



Relaciones entre las concepciones de naturaleza de la ciencia y la tecnología, y de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de profesores de química en ejercicio. Una primera aproximación al esquema conceptual del profesor*

- The Relationship Between the Conceptions of Nature of Science and Technology, and the Teaching and Learning of Sciences of Practicing Chemistry Teachers. A First Approach to the Teacher's Conceptual Scheme
- Relações entre as concepções de natureza da ciência e a tecnologia, e do ensino e a aprendizagem das ciências de professores de química em serviço. Uma primeira aproximação ao esquema conceitual do professor

Resumen

Este artículo presenta un acercamiento a las concepciones de naturaleza de la ciencia y tecnología (NdCyT), como de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, de cinco profesores de Química de Educación Media chilena, con la propósito de comprender las relaciones entre estas categorías.

* Este artículo está vinculado a las orientaciones teóricas y metodológicas en el marco del Proyecto Fondecyt de Iniciación 11150509, que patrocina la comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile, titulado "La formación del profesorado de ciencias en ejercicio, orientada en el desarrollo profesional docente y las comunidades de aprendizaje, y su aporte a la calidad de las competencias científicas escolares" al cual ambos autores están adscritos.

Zenahir Siso Pavón**
Luigi Cuéllar Fernández***

** Doctorado en Educación, Universidad Católica de la Santísima Concepción (ucsc), Concepción, Chile. Profesora del Departamento de Didáctica Facultad de Educación, Chile-Concepción. Correo electrónico: zsiso@ucsc.cl Orcid: 0000-0002-0523-6392.

*** Doctor en Ciencias de la Educación Universidad Católica de la Santísima Concepción (ucsc), Chile. Profesor del Departamento de Didáctica, Facultad de Educación, Chile-Concepción. Correo electrónico: lcuellar@ucsc.cl Orcid: 0000-0002-0659-9101

Fecha de recepción: 14/05/2016
Fecha de aprobación: 30/09/2016

Se utilizó una entrevista semiestructurada fundamentada en ocho categorías definidas, empleando un modelo de análisis que considera las variaciones entre una concepción informada y una ingenua. Con apoyo de NVivo V.8 se realizó la codificación y categorización de las entrevistas, y se proyectó un análisis descriptivo inicial, para proceder a interpretar y establecer relaciones para la presentación de las concepciones irreducibles que caracterizan el esquema conceptual de los profesores.

Como resultados principales en dos casos de estudio, se encontró que en la autopercepción de los profesores no hay posicionamientos definidos en torno a la NdCyT, ni a la enseñanza y aprendizaje de la ciencia, dado que sus esquemas conceptuales carecen de coherencia epistemológica. Igualmente, fue posible identificar fuertes matices, e interesantes tensiones, entre las dos dimensiones de investigación, respecto a posturas constructivistas-relativistas/empiristas-realistas, marcadas en los ámbitos epistemológico y didáctico, que tienen sus alcances y relaciones bidireccionales en un primer plano conceptual.

Esto se relaciona con una ausencia de análisis teórico reflexivo acerca de sus propias concepciones y sugiere la necesidad de espacios de formación y reflexión en donde sea posible transformarlas por otras que estén en mayor consonancia con la educación científica necesaria hoy.

Palabras clave

Naturaleza de la ciencia y tecnología; enseñanza de las ciencias; aprendizaje de las ciencias; educación científica; concepciones del profesorado

Abstract

This article provides an approach to the conceptions of Nature of Science and Technology (NST) and of the teaching and learning of sciences of five middle-school chemistry teachers from Chile, aiming to understand the connection between these categories.

A semi-structured interview based on eight defined categories was conducted using an analysis model that considers the variations between an informed and an uninformed conception. Interviews were coded and categorized using the NVivo V.8 software, and an initial descriptive analysis was designed to interpret and establish connections for the presentation of the irreducible conceptions that characterize the conceptual scheme of teachers.

As the main results in the two cases under study, we found that, according to the teachers' perception, there are no defined positions regarding the NST or the teaching and learning of science, given that their conceptual schemes lack epistemological coherence. We were also able to identify some strong nuances and interesting tensions between the two dimensions of research with respect to constructivist-relativist/empiricist-realist positions, emphasized in the epistemological and didactic fields, in which their scope and two-way relations are in a conceptual foreground.

This is related to an absence of reflective, theoretical analysis about their conceptions and suggests the need to generate spaces for training and reflection where such conceptions can be changed into others closer to the scientific education that is required today.

Keywords

Nature of Science and Technology; teaching of science; learning of science; science education; teacher's conceptions

Resumo

Este artigo apresenta uma aproximação aos conceitos de Natureza da Ciência e Tecnologia (NdCeT) e de Ensino e Aprendizagem das Ciências, definidos por cinco professores de química de Ensino Médio no Chile, visando compreender as relações entre estas categorias.

Utilizou-se uma entrevista semiestruturada com oito categorias definidas, empregando um modelo de análise que leva em conta as variações entre um conceito informado e outro imaginado. Com apoio de NVivo V.8, realizou-se a codificação e categorização das entrevistas e planejou-se uma análise descritiva inicial para interpretar e estabelecer relações para a apresentação dos conceitos irreduzíveis que caracterizam o esquema conceitual dos professores.

Como resultados principais em dois casos de estudo, encontrou-se que na autopercepção dos professores não existem posicionamentos definidos sobre a NdCeT nem o Ensino e a Aprendizagem da Ciência, dado que seus esquemas conceptuais carecem de coerência epistemológica. Igualmente, foi possível identificar fortes matizes e interessantes tensões entre as duas dimensões de pesquisa, com relação às posturas construtivistas-relativistas/empiristas-realistas, marcadas nos âmbitos epistemológico e didático, cujos alcances e relações bidirecionais existem em um primeiro plano conceitual.

Isso está relacionado com a ausência de análise teórica reflexiva sobre seus próprios conceitos e sugere a necessidade de espaços de formação e reflexão onde seja possível transformá-las em outras que estejam em maior consonância com a educação científica necessária na atualidade.

Palavras chave

Natureza da Ciência e a Tecnologia; ensino das ciências; aprendizagem das ciências; educação científica; concepções do professorado

Introducción

La ciencia y la tecnología, como productos humanos que forman parte de la cultura, de una ideología globalmente instalada (Habermas, 1968; Ordóñez, 2003; Pérez-Soto, 1998), han representado un amplio abanico de posibilidades para el hombre y propiciado una visión del mundo y de la realidad vinculada al ámbito científico. Sin embargo, una intensa actividad humana reciente asociada al desarrollo exponencial de la ciencia y al progreso de la tecnología, en el afán de maximizar el provecho sin evaluar sus implicaciones en una relación de dominación y explotación con la naturaleza, ha desencadenado una profunda contaminación, el agotamiento de recursos naturales, la degradación de ecosistemas, la pérdida de diversidad biológica y cultural, lo que ha desatado una situación de emergencia. Así, la actitud contemplativa y respetuosa hacia la naturaleza se ha visto minimizada, a la vez que serios riesgos para la continuidad de la especie humana en el planeta aparecen como consecuencia de una crisis de civilización (Briceño, 2001; Capra, 1992; Delors, 1996).

En consecuencia, importantes organismos internacionales han declarado su preocupación y han demandado acciones urgentes y globales por parte de la educación científica de los países. La Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (Unesco)¹ y el National Research Council² impulsaron la enseñanza de las ciencias y la tecnología como una estrategia fundamental que debía ser llevada a cada rincón del mundo, conclusión coincidente con la de la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI (Declaración de Budapest, 1999). De igual forma, la proclamación del Decenio de la Educación para el Desarrollo Sostenible, 2005-2014 (ONU-Unesco) concibe la educación como el agente determinante de la transición hacia el desarrollo sostenible, por su poder de hacer progresar las capacidades de las personas y de transformar en realidades sus aspiraciones concernientes a la sociedad. Ante este panorama, surgen dos interrogantes básicas:

1. En términos políticos, se demanda un *ciudadano necesario*, que actúa y participa de manera informada en la sociedad y tiene un impacto positivo a través de la toma de decisiones solventes que generan un estado de bienestar general para sí y para la sociedad a la que pertenece (Adúriz-Bravo, 2005; Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz y Praia, 2002; Quintanilla, 2005).

1 Señaló que la educación debe afrontar el problema de mundialización desde la potenciación del desarrollo individual, en el que cada persona logre realizarse en cuanto a sus talentos y capacidad creativa para responsabilizarse de sí mismo, y que repercutirá en la consecución de un mundo más vivible y justo (Delors, 1996).

2 En los Estándares Nacionales de Educación Científica consideró necesario que los estadounidenses usaran el conocimiento científico para participar en las decisiones y discusiones públicas importantes acerca de la ciencia y la tecnología, además de compartir la realización personal de comprender el mundo natural (Gil, Sifredo, Valdés y Vilches, 2005).

2. En términos educativos, se demanda una educación científico-tecnológica para todos y todas. Surgió con fuerza el término alfabetización científica, ampliamente matizado y discutido³, y desde la didáctica de las ciencias naturales se considera imperativo la capacidad de aproximar los modelos que ya están presentes en los estudiantes, a modelos científicos culturalmente valiosos y con valor educativo (Amador y Adúriz-Bravo, 2011) que tengan como pilares la ciencia, la tecnología y la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico. En estos términos el profesor se hace necesario.

Desde las investigaciones en el ámbito de la didáctica de las ciencias (DDCC) ha adquirido relevancia el estudio de las concepciones, creencias, visiones y representaciones del profesorado en formación y en ejercicio, derivado de las tensiones que suelen presentarse entre lo que se plantea en el currículo y lo que el profesor desarrolla en su práctica de enseñanza, tradicionalmente caracterizada por un modelo transmisivo de conceptos. Dicho modelo ha permitido inducir en los estudiantes visiones deformadas (Fernández et al., 2002), lo que impide una comprensión dinámica de la ciencia y del mundo, necesaria en el actuar crítico e informado del contingente humano en formación. En consecuencia, debe evolucionar hacia otro que involucre una comprensión valorativa de los fenómenos naturales y su exteriorización en el quehacer hacia la sociedad.

3 No entendido literalmente como algo funcional, sino como una metáfora en la que sea posible una educación científica básica, como parte de una educación general (Hodson, 1998 citado en Garritz, 2006). Asimismo, la alfabetización científico-tecnológica multidimensional planteada por Bybee (1997) propone extender aún más estos linderos, para que se ayude al estudiante a desarrollar perspectivas de ciencia y tecnología que incluyan la historia de las ideas científicas, la naturaleza de la ciencia y la tecnología, reconociendo que forman parte de la cultura con roles en la vida personal y social.

A partir de lo planteado, se identifican y caracterizan las concepciones acerca de la NdCyT, y la enseñanza y aprendizaje de las ciencias de cinco profesores de química en ejercicio, en una aproximación inicial a los esquemas conceptuales que dinamizan su práctica docente como etapa primaria de un proceso investigativo longitudinal de formación docente. Lo que aquí se reporta son las concepciones de Belén y Claudio, dos de los profesores participantes que han expuesto, a través de una entrevista semiestructurada, parte de su *mundo interno* (García, 2009).

Perspectiva teórica

En el campo disciplinar de la DDCC, se ha relevado como objeto de estudio las concepciones del profesorado, gracias a la evolución paradigmática percibida durante las últimas décadas en su formación continua, desde su concepción de racionalidad técnica (en la que el profesor se limita a aplicar y explicar contenidos de la teoría), hacia un estadio donde se valora el pensamiento del profesor como sujeto reflexivo capaz de tomar decisiones sobre su experiencia. Por tanto, se parte de la reflexión crítica y del análisis de las concepciones, los roles, los conocimientos, las actitudes y la conducta de los profesores en la construcción de nuevos conocimientos (Mellado y González, 2000), y como parte fundamental de su desarrollo profesional.

Un primer tema de reflexión en el ámbito interno, o *mundo del profesor*, estaría determinado por sus conocimientos profesionales para enseñar ciencias. Estos son saberes epistemológicamente diferentes que evolucionan y se constituyen como un gran cuerpo de conocimientos, que se subdivide en tres grandes clases: contenido de ciencias, contenidos pedagógicos y contenidos didácticos en ciencias (Mellado y González, 2000). Esto es lo que

se denomina *esquema conceptual del profesor* (Angulo, 2002, citado en Cuéllar, 2010; Quintanilla, 2006) y opera como un organizador irreducible de los saberes que movilizan el discurso profesional docente (en adelante, DPD), entendido como un dispositivo de comunicación y acción en el aula (véase la figura 1).

En este *esquema*, las estrategias, las orientaciones curriculares y las actividades y *prácticas didácticas* dependen de la asignatura que se imparte. Asimismo es necesario un profundo conocimiento de la disciplina que enseñan, referido por una parte tanto a lo sustantivo y lo sintáctico (es decir, al conocimiento teórico, los marcos teóricos y la estructura interna), y por otra a la fundamentación y evolución de los paradigmas, la historia-filosofía y naturaleza de las ciencias (Adúriz, 2005; Cuéllar, Quintanilla y Marzábal, 2010; Garritz y Velasco, 2004; Quintanilla, 2006).

De esta manera, los contenidos deben tratarse de forma relacionada para comprender los problemas y dificultades que se presentan en el momento de enseñar los conceptos científicos, además de su transformación histórica y su validación. Esto es posible a través de una formación epistemológica e histórica de las ciencias, que reduzca aspectos problemáticos como la visión de ciencia como dogma, la ausencia de relaciones ciencia, tecnología y sociedad (CTS), la falta de la *dimensión humana* de la ciencia (Fernández et al. 2002; García e Izquierdo, 2014; Izquierdo, 2000; Ordóñez, 2003; Quintanilla, 2006).

En vista de que los conocimientos del profesor a través de su discurso son producidos en el aula de clase y configuran “un escenario social y comunicativo en el que el lenguaje se constituye en un emergente fundamental de la relación implicada en enseñar y aprender”, resulta relevante caracterizar el *esquema conceptual* a partir del contenido del DPD, como un referente de sus marcos conceptuales e interpretativos que operan en la práctica docente.

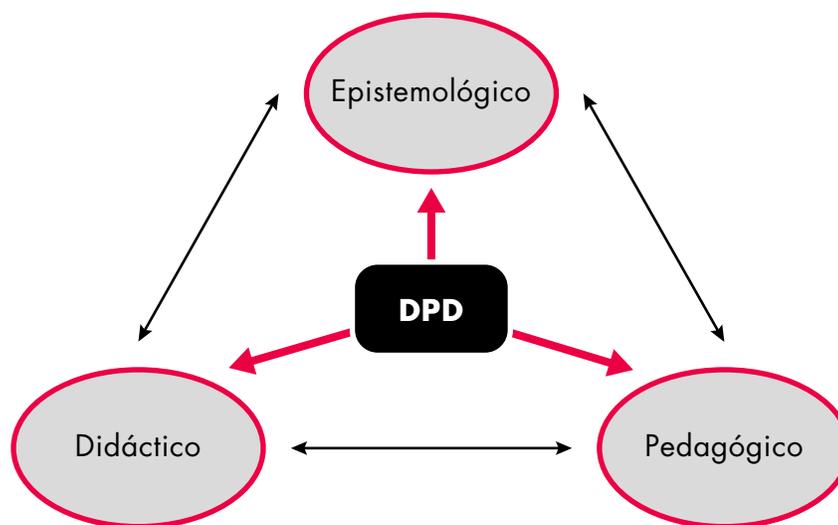


Figura 1. Dimensiones que configuran el discurso profesional docente.

Fuente: tomado de Cuéllar (2010)

En este estudio se operacionalizaron las siguientes variables:

- a. Concepciones. "...organizadores implícitos de los conceptos, de naturaleza esencialmente cognitiva y que incluyen creencias, significados, conceptos, proposiciones, reglas, imágenes mentales, preferencias, etc., que influyen en lo que se percibe y en los procesos de razonamiento que se realizan" (Moreno y Azcárate, 2003 citado en Serrano, 2010).
- b. Coherencia epistemológica. Cuando entre las dimensiones de este estudio se manifiesta como predominante una determinada visión, opinión o interpretación. Se identificará coherencia epistemológica parcial cuando esta predominancia se da dentro de la dimensión en estudio.

Metodología

Para identificar y caracterizar las concepciones de los profesores, se planteó un estudio de casos múltiple. Neyman y Quaranta (2006) señalan este como un potente diseño, que se distingue por sus posibilidades de construcción y desarrollo de teoría aun cuando se tenga como punto de partida un marco conceptual y teórico previo. La elección de los casos no

se realizó según criterios de muestreo estadístico, sino por razones teóricas buscando un conjunto de casos que fuera representativo del fenómeno a analizar. El campo de estudio estuvo constituido por colegios de distintas dependencias de la comuna de Concepción, región del Bio Bio, Chile. Los participantes clave que aceptaron formar parte del estudio cumplieron con los siguientes criterios *a priori* para la selección de la muestra:

- Homogeneidad. Ser un profesional de pedagogía en Educación Media con mención en Química o Biología y Química, con grado de licenciado, cuyo lugar de trabajo sean el aula y el laboratorio de Química. Puede ser hombre o mujer.
- Heterogeneidad. Poseer o no un diploma o una especialización, grado de cuarto nivel (maestría y/o doctorado). Que imparta cualquier grado/nivel.
- Inclusión. Ser profesores con tres o más años de experiencia docente en Educación Media.
- Exclusión. Ser profesores que estén próximos a jubilarse y desvincularse del sistema educativo.

En atención a lo anterior, los profesores participantes que se constituyeron como los casos de estudio se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Caracterización de los profesores participantes*

Caso-profesor	Tipo de establecimiento	Años de servicio	Posee estudios de cuarto nivel
Aurora	Municipal subvencionado	10	No
Belén	Municipal subvencionado	4	No
Claudio	Municipal	24	No
Dinorah	Particular	6	Sí
Elena	Particular	20	Sí

* Anonimato resguardado.

Fuente: elaboración propia

El instrumento: construcción y validación de la entrevista semiestructurada

Se construyó un guion de entrevista semiestandarizada-semiestructurada, compuesto por veinte preguntas abiertas y guiadas por la teoría (Canales, 2006) que se fundamentaron en las dos dimensiones del estudio, a saber: *naturaleza de la ciencia y la tecnología y enseñanza y aprendizaje de las ciencias*.

Se establecieron categorías y subcategorías de ambas dimensiones, a partir de las cuales se desarrolló una primera sistematización de interrogantes para configurar el guion de entrevistas inicial. La tabla 2 muestra en consolidado las dimensiones, categorías y subcategorías del estudio.

Tabla 2. Dimensiones, categorías y subcategorías del estudio

Dimensión	Categorías	Subcategorías
Naturaleza de la ciencia y la tecnología	Surgimiento y aplicación de la ciencia y la tecnología	<ul style="list-style-type: none"> Gestión y aplicación del conocimiento Relaciones ciencia-tecnología-sociedad
	La ciencia y la tecnología en la fase de generación de conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> Implicaciones de creencias culturales, intereses personales y contexto Implicaciones de los problemas sociales y políticos Patrones metodológicos
	Transición de los conocimientos científicos y tecnológicos desde la fase de generación de conocimiento hacia la fase de divulgación	<ul style="list-style-type: none"> Incorporación de los conocimientos a la vida pública Relaciones entre el trabajo publicado y el realizado
	La ciencia y la tecnología como productos	<ul style="list-style-type: none"> Diferencia entre el conocimiento científico y tecnológico y otros tipos de conocimiento Éxito de las teorías Dinámica de aceptación y refutación
Enseñanza y aprendizaje de las ciencias	Creencias ligadas a la enseñanza de las ciencias	<ul style="list-style-type: none"> De las ciencias: ¿qué, para qué y cómo enseñar?
	Enseñanza de las ciencias y conocimiento de ciencias	<ul style="list-style-type: none"> Enseñanza de las ciencias y ciencia erudita Relación entre concepción de ciencia y enseñanza La enseñanza y la inducción de creencias en los estudiantes
	Condiciones de enseñanza más favorables para el aprendizaje	<ul style="list-style-type: none"> Relación entre enseñanza y aprendizaje Mejores condiciones de enseñanza Relación entre significantes y significados
	Intercambio de información entre el profesor y el estudiante	<ul style="list-style-type: none"> Consideración de los conocimientos previos Expectativas del profesor ante el aprendizaje

Fuente: elaboración propia

Se procedió a validar el guion de entrevistas a través del juicio de expertos según orientaciones de Escobar y Cuervo (2008). La evaluación se hizo con base en cuatro categorías (suficiencia, claridad, coherencia y relevancia) para cada pregunta de la entrevista; se utilizó una escala de Likert en la valoración. Adicionalmente, se tomaron los criterios de Skjong y Wentworht (citados en Escobar y Cuervo, 2008) para la selección de los cinco expertos que se proponen como número mínimo.

Con el objeto de establecer la validez de contenidos del instrumento se recurrió al coeficiente de validez de contenido total (CVCT), una versión actualizada y mejorada del coeficiente de proporción de rangos (CPR) de Hernández-Nieto (2011). Este estadístico se define como el promedio de los coeficientes de validez de contenido de los ítems, cada uno de los cuales ha sido corregido por concordancia aleatoria entre jueces. El CVCT observado fue de 0,88 que como parámetro está comprendido en el intervalo $0,80 = < CVC < = 0,90$, lo que se interpreta como una validez de contenido y concordancia entre validadores buena (pp. 202-203). Este dato se acompañó de un promedio total entre jueces de 3,5425 y un error de 0,0003.

Luego de la validación se realizaron los ajustes pertinentes fundamentados en las observaciones a cada pregunta. Así se obtuvo el guion de entrevistas final, el cual fue aplicado a los profesores participantes, con posterior transcripción y conformación de los corpus de estudio.

Análisis y discusión de resultados

El análisis de la información tuvo como base las variaciones entre una concepción informada y una concepción ingenua por cada categoría, con base en la literatura revisada (Acevedo, 2008; Adúriz y Bravo, 2005; Fernández et al., 2002; Marín, Benarroch y Niaz, 2013; Marín y Benarroch, 2009). Dichas concepciones teóricas constituyeron los puntos focales que guiaron la codificación de los datos provenientes del contenido del discurso de los profesores transcrito a partir de las entrevistas. Lo anterior permitió construir significados asociados, identificando elementos claves, divergentes, emergentes y contradicciones, que han sido retenidos como aportes a la estructura inicial de categorías.

Por cada dimensión de estudio, se presenta un primer nivel de análisis (descriptivo) en el que se identifican y caracterizan las concepciones de Belén y Claudio desde su autopercepción, teniendo en cuenta sus voces, referenciadas textualmente y extraídas como elementos claves de las transcripciones. En un segundo nivel de análisis (interpretativo), se discuten las relaciones entre sus concepciones epistemológicas, didácticas y pedagógicas resultantes, a nivel intra- e interdimensional.

El caso de Belén

Belén es una profesora que tiene cuatro años de egresada de su formación inicial y el mismo tiempo de experiencia docente. No ha cursado estudios posteriores a su egreso y se desempeña en un colegio particular subvencionado. Manifiesta que su formación inicial docente tuvo fortalezas en el área disciplinar (química), pero también notorias debilidades en el ámbito pedagógico (donde asocia a la didáctica) ya que “salí muy, poco preparada en ese ámbito, y me es difícil trabajar y lograr desarrollar esos aprendizajes que podría aplicarlos dentro del aula” (B30). Considera que cada día se le presenta un nuevo desafío en el que su vasto conocimiento químico no es suficiente para el trabajo docente, lo que le ha planteado la necesidad de una formación continua.

La tabla 3 muestra cómo se asocia la información obtenida de la entrevista realizada a Belén, a concepciones teóricas informadas e ingenuas acerca de la NdCyT.

De la entrevista también emergió información asociada a concepciones teóricas informadas e ingenuas acerca de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, que se resumen en la tabla 4.

Tabla 3. Las concepciones de Belén acerca de la NdCyT

Asociada a concepción informada	Asociada a concepción ingenua
Surgimiento y aplicación de la ciencia y la tecnología	
<ul style="list-style-type: none"> Complementariedad de la ciencia y la tecnología “... son un complemento, son cosas diferentes... algo adicional, que lo necesito tener para poder estudiar ciencia” (B37). 	<p>El conocimiento surge libre de todo vínculo social, descontextualizado, neutro. “La curiosidad, de ir más allá de lo que se sabe” (B45).</p>
La ciencia y la tecnología en la fase de generación de conocimiento	
<ul style="list-style-type: none"> No exclusivamente racional, el conocimiento se percibe desde compromisos económicos “salir a flote con una idea de la nada y que sea apoyada, es muy difícil” (B102) “el tema económico” (B102) Posibilidad del azar, rectificaciones, vuelta atrás “fui capaz de hallar con la cura del cáncer; siendo que [...] mi objetivo previo era totalmente opuesto [...] en el camino fui tomando otros caminos” (B126). 	No identificada
Transición de los conocimientos científicos y tecnológicos desde la fase de generación de conocimiento hacia la fase de divulgación	
<ul style="list-style-type: none"> Asimilación orgánica, progresiva, dependiente de factores externos de índole económica, política, egos académicos, entre otros “solamente lo que se quiere saber, o la utilidad [...] pero el procedimiento y todas esas cosas, en cierta parte dependen del científico [...] si las quiere entregar o no” (B173). 	No identificada
La ciencia y la tecnología en la fase pública	
<ul style="list-style-type: none"> Compromisos e intereses: conocimiento como construcción humana “en el mismo contexto del científico, la gente que lo rodea a él que le aporta a él económicamente” (B320). 	<p>Superioridad del conocimiento científico “la ciencia descubre cosas y las sociales, como que no, sino que en base a [sic] lo que ya está, formula cosas formula investigaciones da respuestas” (B202). “... las ciencias sociales no son investigación, [...] no son descubrimiento, en cambio la ciencia en sí, [...] descubre cosas” (B200).</p>

Fuente: elaboración propia

Tabla 4. Concepciones de Belén acerca de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias

Asociada a concepción informada	Asociada a concepción ingenua
Creencias ligadas a la enseñanza de las ciencias	
No identificada	<ul style="list-style-type: none"> Con respecto al contenido, marco curricular: prioridad disciplinar “exige el Ministerio de Educación” (B217) “Porque en definitiva yo soy un empleado del estado [...], para eso me formé” (B230), “... es como una obligación” (B232)
Enseñanza de las ciencias y conocimiento de ciencias	
<ul style="list-style-type: none"> El profesor induce en el estudiante creencias acerca de la ciencia a través de su enseñanza “... la única manera de que yo induzca, que la ciencia es evolución es mostrando lo que hubo previo, que lo que se sabe hoy en día no es, no salió de la nada, no fue la respuesta a una sola pregunta sino que fue a muchas preguntas. Es un camino” (B320). 	<ul style="list-style-type: none"> Transmisión del acontecer científico “... se relaciona totalmente, por algo la estoy enseñando” (B281). Se interpreta la práctica en el aula y su relación con la tecnología: dependencia significativa de la enseñanza de las ciencias con las TIC “... ayuda a aterrizar más el conocimiento” (B313).

Asociada a concepción informada	Asociada a concepción ingenua
Condiciones de enseñanza más favorables para el aprendizaje	
<ul style="list-style-type: none"> Asignación interna de significados “... en base a [sic] su necesidad solamente” (B388). Considera los intereses y motivación del estudiante “Motivación intrínseca, netamente” (B379). 	<ul style="list-style-type: none"> Relación directa: la enseñanza-aprendizaje como transmisión-recepción “... sirve para explicar muchos fenómenos ahora que ellos, que ellos lo apliquen es otra cosa” (B267).
Intercambio de información entre el profesor y el estudiante	
No identificada	<ul style="list-style-type: none"> Inicio del contenido sin contextualización, sin consideración de los conocimientos previos de los estudiantes “... si no tengo el ejemplo o alguna analogía de por medio voy netamente a la antigua y utilizo a [sic] la transmisión del conocimiento” (B407). El aprendizaje del estudiante debe conducir a cuestiones puntuales como prosecución de estudios universitarios. “... lograr que el alumno tenga lo básico para poder seguir estudios superiores que es la universidad, más que lograr entregar conocimiento para que se desenvuelva en su entorno” (B241).

Fuente: elaboración propia

Relaciones encontradas y esquema conceptual

Al comienzo se identifica en Belén una orientación predominantemente informada en sus concepciones acerca de la NdCyT que contrasta con sus concepciones acerca de la enseñanza y el aprendizaje, mayormente ingenuas. En este sentido, a nivel interdimensional se nota ausencia de correspondencia o poca coherencia epistemológica entre lo que el profesor piensa acerca de la ciencia que enseña –en este caso, la ciencia y la tecnología como interrelación útil en la educación científica de hoy– y lo que piensa acerca de cómo enseñarla y cómo la aprenden sus estudiantes, desde la perspectiva de la mirada propia.

En cuanto a la NdCyT, resulta interesante que en la dimensión, la profesora reconoce las relaciones de complementariedad y mutua interdependencia que existen entre los conocimientos científico y tecnológico (Niiniluoto, 1997), algo que generalmente se entiende como subordinado uno a otro, en un contexto de mera aplicación de conocimientos científicos. Esto,

aunado a que la ciencia y la tecnología surgen en contextos de trabajo en equipos permeados por los apoyos económicos en la investigación donde no hay una única metodología, dan cuenta de una visión informada en la que los conocimientos CyT son construcciones humanas, que toman un fuerte matiz constructivista-relativista a nivel epistemológico.

Sin embargo, Belén asume que la ciencia (natural/experimental) al descubrir cosas la posiciona como un tipo de conocimiento muy superior a la ciencia social, que *no es investigación*. En este sentido, esta última estaría asociada a metodologías propias del quehacer científico natural que se desligan de unos marcos teóricos previos –*lo que ya está*–, y esto matiza con posiciones empiristas-realistas de ciencia como verdad descubierta (realismo ingenuo) a partir de patrones y regularidades inducidos con base en la experiencia.

Por otra parte, en el plano de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, la profesora enfatiza categóricamente su rol en el cumplimiento del currículo prescrito donde el profesor es una fuente de conocimientos y la enseñanza

es su transmisión (Aguirre et al., 1990; citados en Porlán, Rivero y Martín, 1998, p. 275). Estas concepciones se asocian a que el profesor no es consciente de su influencia sobre los contenidos de enseñanza y de las diferencias entre la ciencia escolar y la ciencia erudita (Izquierdo, 2000), y supone que los hallazgos científicos se reproducen a manera de transmisión en el aula, cuestión que se contradice además con lo referido a la asimilación orgánica de los conocimientos científicos y tecnológicos en la sociedad de la dimensión NdCyT.

Desde un punto de vista pedagógico (de la educabilidad de las ciencias), Belén señala unos fines técnicos e instrumentales, nuevamente asociados al aprendizaje de contenidos conceptuales donde estos se “entregan”, lo que supone su carácter acabado, dogmático como ha manifestado en otros referentes a esta dimensión, pero que se contradice con el carácter constructivo-relativo manifestado en la dimensión anterior. La profesora orienta su práctica pedagógica hacia la prosecución de estudios universitarios, lo que se condice con lo discutido respecto del logro de metas disciplinares, y la asociación del conocimiento científico (y tecnológico) como superior y verdadero.

El esquema conceptual de Belén se representa reduciendo las ideas y relaciones mostradas en la figura 2. Allí, a nivel epistemológico la postura

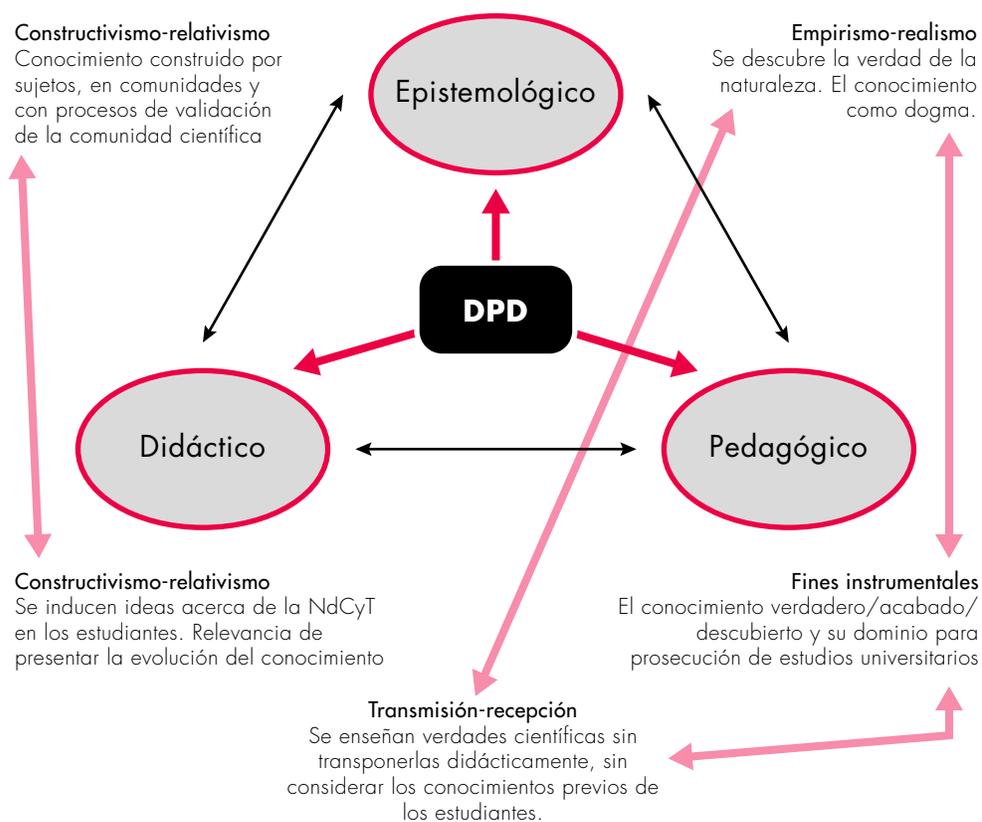


Figura 2. Esquema conceptual de Belén.

Fuente: elaborado con base en Cuéllar, 2010.

constructivista/relativista se muestra parcial, ya que no considera que el conocimiento constituye esquemas representacionales que se pueden revisar y transformar conceptual y estructuralmente. En lugar de esto, se encuentran posiciones reduccionistas empíricas, asociadas con el dogmatismo, la certidumbre y el determinismo.

Las posiciones relativistas no se muestran trianguladas con los fines pedagógicos de la práctica docente de la profesora, por lo que en esta primera aproximación se evidencia una predominancia de las concepciones dogmáticas frente a las moderadas.

El caso de Claudio

Claudio es un profesor egresado hace 24 años, que lleva el mismo tiempo en el servicio docente, pues en su trayectoria se dedicó

activamente a la iglesia mormona y a otras actividades que le sirvieron como laboratorios de investigación. Sus inclinaciones religiosas lo llevaron a cuestionarse acerca de la naturaleza del conocimiento científico y a profundizar en el tema. Actualmente, trabaja en un colegio municipal y manifiesta que en su formación inicial docente se dio mayor relevancia al ámbito disciplinar (química) que al pedagógico. Sin embargo, esto le ha llevado a prepararse cursando diplomados en alcohol y tabaquismo (algunos de los problemas de sus estudiantes), y asistiendo a charlas y espacios de divulgación de temas de didáctica.

En la entrevista acerca de la NdCyT surgió información que se resume en la tabla 5.

Respecto de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, se identificaron las asociaciones mostradas en la tabla 6.

Tabla 5. Las concepciones de Claudio acerca de NdCyT

Asociada a concepción informada	Asociada a concepción ingenua
Surgimiento y aplicación de la ciencia y la tecnología	
<ul style="list-style-type: none"> Complementariedad de la ciencia y la tecnología Direccionado por necesidades sociales “... necesidad de mejorar la calidad de vida” (C27). “... una apertura mental social” (C28). 	<ul style="list-style-type: none"> El conocimiento surge libre de todo vínculo social, descontextualizado, neutro “... los seres humanos descubren y se intentan explicar el mundo que los rodea” (C13). La naturaleza como objeto que causa curiosidad “... curiosidad innata” (C26).
La ciencia y la tecnología en la fase de generación de conocimiento	
<ul style="list-style-type: none"> No exclusivamente racional, vinculado a satisfacción de egos personales, disputas, triunfalismo, “corona de la creación”, apropiación de ideas ajenas. “... las razones [...], para ser famoso, [...] ganar mucho dinero, hacer patentes” (C41). 	<ul style="list-style-type: none"> Método rígido y algorítmico, pasos estrictos que restringen los procesos creativos “... algunas veces siguiendo un par de pasos ordenados” (C87). “... desde la observación hasta llegar a una conclusión válida” (C48).
Transición de los conocimientos científicos y tecnológicos desde la fase de generación de conocimiento hacia la fase de divulgación	
<ul style="list-style-type: none"> Asimilación orgánica, progresiva, dependiente de factores externos de índole económica, política, egos académicos, entre otros “... el conocimiento pasa desde el investigador hacia el público cuando esas tres barreras coinciden” (C57). “... se publica menos de lo que realmente se investiga. Por cuidar la misma investigación por copia, abuso, no publicar todo por las consecuencias” (C67). 	No identificada
La ciencia y la tecnología en la fase pública	
Cambiante con las teorías. Compromisos e intereses: conocimiento como construcción humana	Neutralidad, dogmatismo

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Las concepciones de Claudio en torno a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Asociada a concepción informada	Asociada a concepción ingenua
Creencias ligadas a la enseñanza de las ciencias	
<ul style="list-style-type: none"> Relacionadas con los estudiantes y sus procesos 	<ul style="list-style-type: none"> Con respecto al contenido, prioridad disciplinar. Metas propias de la lógica disciplinar: Valorar el uso del conocimiento, Aprendizaje del estudiante medible en evaluaciones “... hay que mentirle al estado para alcanzar calidad” (C82).
Enseñanza de las ciencias y conocimiento de ciencias	
<ul style="list-style-type: none"> Diferencia entre ciencia erudita y ciencia escolar “... enseñó una parte, son pinceladas científicas, aunque trate de llegar a una profundización” (C94). El profesor induce en sus estudiantes concepciones de ciencia “la ciencia no es mágica y aparece de la nada, sino que está al alcance de cualquiera” (C110). 	<ul style="list-style-type: none"> El profesor induce en sus estudiantes concepciones de ciencia “... trabajar investigando, experimentando” (C109).
Condiciones de enseñanza más favorables para el aprendizaje	
<ul style="list-style-type: none"> Considera los intereses y la motivación del estudiante “... el profesor es un guía y pregunta al alumno para que el [sic] reflexione sobre los contenidos y pueda comprender las respuestas” (C116). 	<ul style="list-style-type: none"> Relación directa: la enseñanza-aprendizaje como transmisión-recepción “... enseñó y el estudiante debe aprender en eso de transmisión de contenidos y de aprendizaje” (C113). Apropiación externa de significados: el docente construye y el estudiante los consume.
Intercambio de información entre el profesor y el estudiante	
<ul style="list-style-type: none"> Se tienen en cuenta los conocimientos previos de los estudiantes, y se generan espacios para su promoción “... rescatar conocimientos previos, cuanto [sic] saben ellos de lo que voy a enseñar” (C119) El aprendizaje del estudiante como cultura científica que sea profesada, que permita el interés por la ciencia y la aplicación. Trascendencia. “... formar personas, no enseñó química, la empleo para formar personas interesadas en la ciencia: hábitos, formas de pensamiento, integridad” (C84). “... desarrollen concepciones benévolas de la ciencia, que puedan desarrollarse como personas, como profesionales o usar el conocimiento para mejorar su calidad de vida” (C142). 	No identificada

Fuente: elaboración propia

Relaciones encontradas y esquema conceptual

A través de la entrevista como una forma de exteriorizar sus concepciones, Claudio permitió inferir fuertes tensiones entre lo que se considera una visión informada y otra ingenua en la dimensión NdCyT, lo que se ve minimizado en la dimensión de enseñanza y aprendizaje de las ciencias.

En principio y en un plano epistemológico, se identifica una marcada visión integradora de ciencia y tecnología (CyT) y su correspondencia con las

demandas (sociedad-ciencia y tecnología) S-CyT viceversa, donde se destaca la necesidad de una mentalidad social determinada para el desarrollo del conocimiento científico y el progreso tecnológico. Sin embargo, esto entra en tensión con una postura descontextualizada en la cual solo la curiosidad innata y la necesidad de descubrimiento del hombre, sin mayores condicionamientos sociales, son los gérmenes para este conocimiento.

También se presenta una fuerte dicotomía entre el carácter relativista/reduccionista, expresado como constructivista/empirista en cuanto a que el conocimiento lo construyen personas que se ven influidas por intereses subjetivos, propio de una visión informada que toma distancia de la objetividad planteada en lo metodológico como serie de pasos que desde el dato (empírea) aproxima a las verdades científicas, y no a aquellas construcciones humanas y tentativas ya mencionadas.

De la información producida se infieren ambos matices: uno empirista, que se condice con la forma en que se desarrolla el conocimiento: aplicación del método científico. El otro, relativista, que concibe el conocimiento como construcción no exclusivamente racional, cuestión válida también en relación con la forma como este, una vez generado, hace su transición hacia el ámbito público, donde se valida, se confronta y se toman posiciones también condicionadas por factores externos de inversión y apuestas políticas.

Desde un plano didáctico, Claudio percibe su práctica bajo lo que denomina transmisión de contenidos. Este hecho podría asociarse al modelo didáctico de recepción significativa en lugar de transmisión-recepción (Pozo y Gómez, 2000), debido al constante énfasis que este profesor hace acerca de la relevancia de los intereses, motivaciones y conocimientos previos de los estudiantes, que promueve en las clases,

y también al desarrollo conceptual. Sin embargo, el aprendizaje mediante la investigación y experimentación se condice con modelos didácticos por descubrimiento, guiados por la metodología científica como parte de una lógica disciplinar, algo ya referido en el plano epistemológico como empírico-realista.

También se rescata, por una parte, la distinción respecto de ciencia erudita y ciencia escolar, donde el estudiante consume lo elaborado por el profesor como comprensión de las respuestas; y por otra, que el profesor enseña guiando en un proceso, en el que el estudiante reflexiona mientras construye su conocimiento.

Respecto de la educabilidad, Claudio valora la formación de personas interesadas en la ciencia y la tecnología teniendo a la química como instrumento para ello. Asimismo, destaca el uso del conocimiento para mejorar de la calidad de vida. Esto supone un fin utilitario de la ciencia, que le aproxima a un conjunto de verdades que *debe profesarse* como cultura científica sin cuestionamiento, atribuyéndole a la ciencia el carácter de benévola en sí misma. En este sentido se desconoce la complejidad ética, axiológica, política y económica como entramado. Por tanto, se condice con posturas tensionadas entre una visión informada y otra ingenua.

En el esquema conceptual de Claudio (véase la figura 3) se representan las concepciones y relaciones entre los niveles epistemológico, didáctico y pedagógico. No se observan coherencias epistemológicas parciales (dentro de las dimensiones) ni entre dimensiones. En lugar de esto, se encuentran marcadas posiciones empíricas que se asocian al método científico como vía para alcanzar verdades. Las posiciones constructivistas, predominantemente evolucionistas, no se perciben claramente orientadas en el nivel pedagógico que, aunque se declara hacia la formación de personas,

tiene como fin último la instalación de la racionalidad científica (bloque incontrovertido de conocimientos). En este primer acercamiento se identifican profundas tensiones entre las concepciones reduccionistas y las relativistas.

Conclusiones

En los casos analizados, las concepciones de los profesores muestran importantes variaciones dentro de las dimensiones estudiadas y no se identifica una correspondencia o relación entre ellas. Por esta razón, su esquema conceptual se caracteriza por ausencia de coherencia epistemológica y profundas tensiones de las que Belén y Claudio no son conscientes.

Durante las entrevistas, a partir de las dificultades de argumentación, se evidenció que los planteamientos acerca de la NdCyT y la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias constituyen ejes de escasa o ninguna reflexión. Esto también se evidenció en las entrevistas, cuando manifestaban que pocas veces habían tenido ocasión de pensar acerca de estos temas. Esto podría contribuir a explicar la falta de coherencia entre sus concepciones, la mayoría de las veces matizadas entre una concepción informada y otra ingenua.

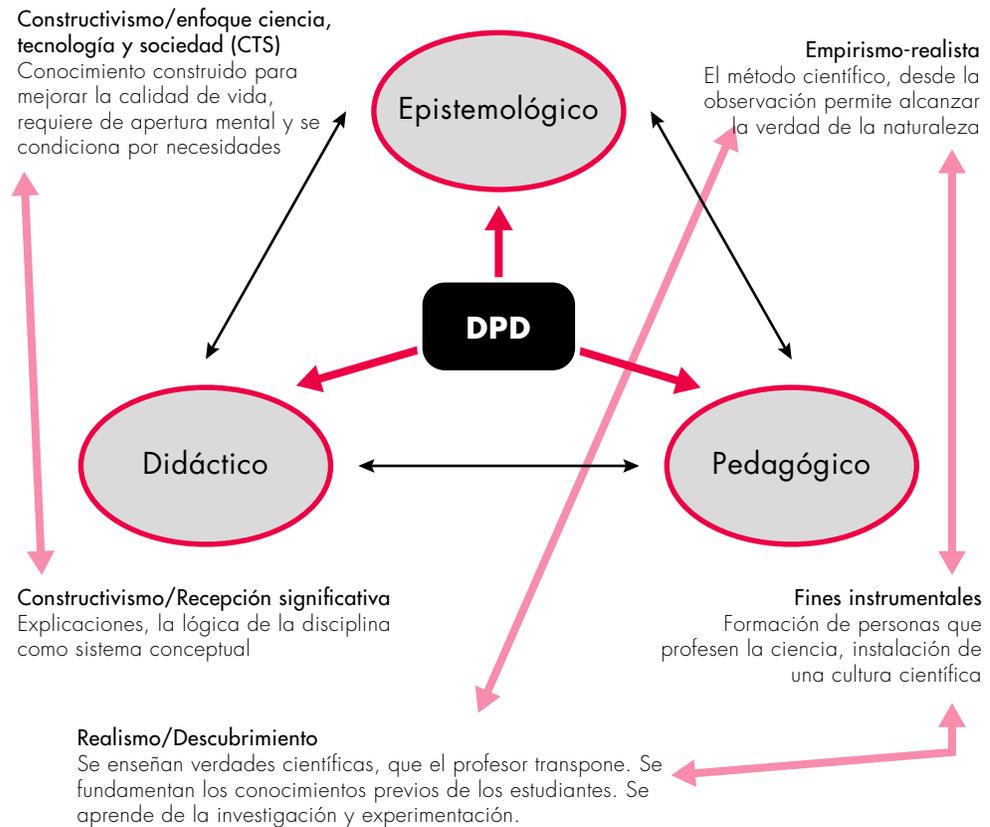


Figura 3. Esquema conceptual de Claudio.

Fuente: elaborado con base en Cuéllar (2010).

En principio, la incorporación de la palabra *tecnología* constituyó un reto para los profesores, cuyas respuestas siempre se referían a la ciencia, por tener una mayor familiaridad con ella. Esto puede relacionarse con el hecho de que la ciencia escolar tiende a estar mayormente asociada a la imagen pública, que a su vez le desvincula de la tecnología y de la sociedad (Rebollo, 2008). Esto es particularmente importante cuando en la educación científica el término *tecnociencia* está adquiriendo relevancia (Echeverría, 1998).

La ciencia como conocimiento superior, riguroso y metódico se aleja de la visión de ciencia como cultura (Ordóñez, 2003). Esto invita a no suponer una demarcación entre las ciencias y las humanidades, como expresó Belén en su concepción de ciencia alejada de los razonamientos e intereses humanos, más cercana a la contemplación neutra de una realidad que se confronta empíricamente a través de un método. La persistencia de esta herencia (*received view*) o imagen socialmente instalada de ciencia (Chalmers, 2010) se ha constituido en causa y consecuencia de visiones deformadas transmitidas por la enseñanza (Fernández, et al., 2002), cuestión también admitida por los profesores.

En la dimensión Enseñanza y aprendizaje de las ciencias, los participantes mostraron aún más matices y tensiones. No obstante, en ningún caso se identificaron concepciones asociadas al cambio conceptual en el plano didáctico, aun cuando en el plano epistemológico se identificaron posturas evolucionistas en las que las teorías científicas se transforman gradualmente por presión colectiva y coexisten conceptos con distintos énfasis.

Los profesores refieren cuestiones como: una relación enseñanza-aprendizaje directa, entendida como transmisión-recepción en la que el estudiante es un consumidor de

significados construidos (o no) por el profesor, pero a la vez apuestan por la asignación interna de significados donde los estudiantes participen de su construcción. Lo anterior permite preguntarse: ¿aprendizaje como recepción o aprendizaje como construcción? Ante estas dicotomías se mueve el esquema conceptual.

Algo similar ocurre con las expectativas que tienen acerca de los aprendizajes de sus estudiantes, que matizan entre unos fines técnicos e instrumentales y unos fines culturales y trascendentales. Lo anterior pudiera relacionarse con la escasa formación didáctica y pedagógica que declararon los profesores durante sus estudios de pregrado, aunque los antecedentes educativos y la experiencia docente no están significativamente asociadas a sus concepciones (Carvajal y Gómez, 2002, p. 580).

Es pertinente enfatizar que esta primera aproximación al esquema conceptual de Belén y Claudio se basa en la interpretación de su autopercepción respecto de las dimensiones en estudio. Por tanto, es pertinente complementar el análisis con la observación de su discurso profesional docente en el aula de clase para entender cómo se manifiesta en este su esquema conceptual.

Todo lo anterior sugiere la necesidad de espacios de formación y reflexión en los que sea posible una movilización de estas concepciones tensionadas hacia unas en mayor consonancia con la educación científica que demanda la sociedad. Nuevas concepciones que permitan cuestionar lo que se ha presentado como saberes y conocimientos válidos *a priori*, ahistóricos y neutrales para así confrontarlos, a la luz de nuevas perspectivas acerca de la NdCyT, la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias que se han consensuado en el campo de la DDCC.

Entre estas nuevas perspectivas, se encuentran posiciones racionalistas moderadas sobre la NdCyT, como un metaconocimiento que se encuentra en reconstrucción teórica constante debido a su carácter comunitario, que involucra un conjunto de elementos axiológicos, sociológicos, culturales, históricos y lingüísticos (Quintanilla et al., 2007). Por otra parte, la enseñanza tiene como propósito “enseñar a pensar científicamente” e involucra una comprensión valorativa acerca de los fenómenos naturales y su exteriorización en el quehacer hacia la sociedad. En correspondencia, el aprendizaje se entiende como la transformación de las concepciones iniciales hacia representaciones más elaboradas sobre criterios científicos, en las que los conocimientos previos de los estudiantes son un componente clave (Izquierdo, 2000; Pozo y Gómez, 2000).

Movilizar las concepciones de los profesores hacia los consensos mencionados constituye un reto en la configuración de esquemas conceptuales coherentes epistemológicamente, que puedan visualizarse en el discurso profesional docente. Un valor agregado estará en que los profesores se redescubran como intelectuales capaces, transformadores, que pueden educar a los estudiantes para ser ciudadanos activos y críticos (Giroux, 1990) que participan en la toma de decisiones informadas en tiempos de mundialización.

Referencias

- Acevedo, J. (2008). El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2). 134-169.
- Adúriz-Bravo, A. (2005). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica [Número extraordinario]. *Tecné, Episteme y Didaxis.* , 23-33.
- Amador, R. y Adúriz-Bravo, A. (2011). ¿A qué epistemología recurrir para investigar sobre la enseñanza de las ciencias? *EDUCYT*, 3, 3-18.
- Briceño, J. (2001). *La química del carbono. Desde una perspectiva complejo-ecológica*. Maracay, Venezuela: Impreupel.
- Canales, M. (2006). *Metodologías de la investigación social. Introducción a los oficios*. Chile: LOM.
- Capra, F. (1992). *El punto crucial*. Buenos Aires: Editorial Troquel.
- 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*, 7(16), 577-602.
- Chalmers, A. (2010). *¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?* Madrid: Siglo Veintiuno.
- Cuéllar, L. (2010). *La historia de la química en la reflexión sobre la práctica profesional docente* (tesis doctoral, Pontificia Universidad Católica de Chile). Recuperado

- de http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/biblioteca/DOCTOR/TesisDoCLC.pdf.
- Cuéllar, L.; Quintanilla, M. y Marzábal, A. (2010). La importancia de la historia de la química en la enseñanza estalbacolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación. *Ciência & Educação, 16*(2), 277-291.
- Delors, J. (1996). La educación encierra un tesoro: informe para la Unesco de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo Veintiuno. Madrid: Santillana-Unesco.
- Echeverría, J. (1998). Filosofía de la ciencia. Madrid: Akal. Recuperado de http://www.der.unicen.edu.ar/uploads/ingreso/presencial/Filosofia_de_la_cienciaEcheverria.pdf.
- Escobar, J. y Cuervo, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición, 6*(1), 27-36.
- 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.
- García, A. (2009). *Aportes de la historia de la ciencia al desarrollo profesional de los profesores de Química*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- García, A. e Izquierdo, M. (2014): Contribución de la historia de las ciencias al desarrollo profesional de docentes universitarios. *Enseñanza de las Ciencias, 32*(1), 265-281. Recuperado el 18 de febrero de 2016 de <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.758>
- Garritz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación: cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana de Educación, 42*, 127-152.
- Garritz, A. y Velazco, R. (2004). El conocimiento pedagógico del contenido. *Educación Química, 15*(2), 2-6.
- Gil, D.; Sifredo, C.; Valdés, P. y Vilches, A. (2005). ¿Cuál es la importancia de la educación científica en la sociedad actual? En D. Gil, B., Macedo, J. Martínez, C. Sifredo, P. Valdés y A. Vilches (eds.). *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años (15-28)*. Santiago: Orealc/Unesco.
- Giroux, H. (1990). *Los profesores como intelectuales. Hacia una pedagogía crítica del aprendizaje*. Barcelona: Paidós.
- Hernández-Nieto, R. (2011). *Instrumentos de recolección de datos en ciencias sociales y ciencias biomédicas*. Mérida, Venezuela: Universidad de los Andes.
- Izquierdo, M. (2000). Fundamentos epistemológicos. En F. J. Perales y P. Cañal (des.). *Didáctica de las ciencias experimentales (cap. 2)*. Marfil.
- Marín, N. y Benarroch, A. (2009). Desarrollo, validación y evaluación de un cuestionario de opciones múltiples para identificar y caracterizar las visiones sobre la naturaleza de la ciencia de profesores en formación. *Enseñanza de las Ciencias, 27*(1), 89-108.
- Marín, N.; Benarroch, A. y Niaz, M. (2013). Revisión de consensos sobre naturaleza de la ciencia. *Revista de Educación, 361*, 117-140.
- Mellado, V. y González, T. (2000). La formación inicial del profesorado de ciencias. En F. Perales y P. Cañal. *Didáctica de las ciencias experimentales*. España: Marfil.
- Neyman, G. y Quaranta, G. (2006). Los estudios de caso en la investigación sociológica.



En V. de Gialdino (comp.). Estrategias de investigación cualitativa. Buenos Aires: Gedisa.

Niiniluoto, I. (1997). Ciencia frente a tecnología: ¿diferencia o identidad? *Arbor*, 620, 285-299.

Ordóñez, J. (2003). *Ciencia, tecnología e historia: relaciones y diferencias*. Madrid: Fondo de Cultura Económica.

Pérez-Soto, C. (1998). *Sobre un concepto histórico de ciencia*. Santiago: LOM.

Porlán, R.; Rivero, A. y Martín, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.

Pozo, J. y Gómez, M. (2000). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

Quintanilla, M. (2005). Hablar y construir la "didáctica" hoy: del modelo ingenuo transmisor, al modelo crítico, productor de conocimiento. *Revista REXE*, 4, 69-82.

Quintanilla, M. (2006). Didactología y formación docente el caso de la educación científica frente a los desafíos de una nueva cultura docente y ciudadana. *Revista de Investigación en Educación*, 3, 71-94.

Quintanilla, M.; Labarrere, A.; Santos, M.; Cadiz, J.; Cuellar, L.; Saffer, G. y Camacho, J. (2007). 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), 103132.

Rebollo, J. (2008). Preconcepciones de ciencia y tecnología en los profesores de bachillerato: un estudio empírico en el Estado de Guanajuato. *Reice. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 6, (1), 119-133.

Serrano, R. (2010). Pensamientos del profesor: un acercamiento a las creencias y concepciones sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. *Revista de Educación*, 352, 267-287.

Para citar este artículo

Siso, Z. y Cuéllar, L. (2017). Relaciones entre las concepciones de naturaleza de la ciencia y tecnología y de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias de profesores de Química en ejercicio. Una primera aproximación al esquema conceptual del profesor. *Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnología-Tecné, Episteme y Didaxis, TED*, 41, 17-36.