

Concepciones metateóricas de profesores de química y su revisión en un itinerario de formación y reflexión

Metatheoretical conceptions of chemistry teachers and their review in a training and reflection route

SISO-PAVON, Zenahir Cristina [1](#); SANCHEZ-SOTO, Ivan Ramón [2](#); CUELLAR-FERNANDEZ, Luigi Hawer [3](#)

Recibido: 25/09/2018 • Aprobado: 15/03/2019 • Publicado 25/03/2019

Contenido

[1. Introducción](#)

[2. Metodología](#)

[3. Resultados](#)

[4. Conclusiones](#)

[Agradecimientos](#)

[Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

Se interpretan las concepciones metateóricas de profesores de química explicadas y revisadas durante la sesión inicial de un Itinerario de Formación fundamentado en la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología (NdCyT). En un ejercicio reflexivo, los participantes lograron advertir la posible incidencia en el plano didáctico, así como la identificación de ideas novedosas en relación a la ciencia y la tecnología como parte de sus esquemas conceptuales relativamente integrados, a veces contradictorios y que representan obstáculos didácticos importantes de naturaleza epistemológica.

Palabras clave: Formación continua del profesorado, Concepciones Epistemológicas, Naturaleza de la Ciencia y Tecnología

ABSTRACT:

The metatheoretical conceptions of chemistry professors are interpreted and reviewed during the initial session of a Training Itinerary based on the Nature of Science and Technology (NdCyT). In a reflective exercise, the participants managed to notice the possible incidence in the didactic plane, as well as the identification of novel ideas in relation to science and technology as part of their relatively integrated, sometimes contradictory conceptual schemes that represent important didactic obstacles of epistemological nature.

Keywords: Ongoing teacher training, Epistemological Conceptions, Nature of Science and Technology

1. Introducción

El pensamiento del profesor como foco de interés en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Naturales ha cobrado interés y desde él han emergido y desarrollado líneas de investigación tendientes al Desarrollo Profesional, prestando atención especial a las concepciones como organizadores de conceptos influidos por creencias, significados, reglas,

preferencias poco explícitos (Carrillo, 1998 con base en Ponte, 1994; Thompson, 1992 y Llinares, 1991), constituidos en esquemas (Mortimer, 2005) que influyen en los procesos de percepción y razonamiento y que como tal, participa en los procesos de decisión y acción docente de acuerdo a la extensa literatura que ha emergido de la investigación didáctica en los últimos 30 años.

Al presentar las concepciones un carácter provisorio, tentativo, progresivo y sistémico (PORLÁN, 1995), estas pueden movilizarse. Es posible profundizar en las concepciones de los profesores como parte del repertorio personal de conocimientos, a partir de la explicación de sus principios de acción o justificaciones elaboradas reflexivamente (Astudillo *et al.*, 2010). Por ello, promover la expresión y revisión de las concepciones se hace necesario para que, a partir de los enunciados, éstas transiten desde su nivel poco explícito a uno tácito

Estos marcos organizadores se caracterizan por su naturaleza epistemológica, es decir, conceptuar la naturaleza, procedimientos y factores influyentes en la configuración del conocimiento científico –y tecnológico- que enseña. Al respecto, se ha advertido que visiones simplistas y simplificadas sobre el trabajo científico se vinculan en un plano didáctico como mera transmisión de conocimientos, lo que obstaculiza procesos de innovación pedagógica y didáctica, desencadenando un trabajo docente rutinario y muchas veces sin sentido para el profesor (Astudillo *et al.*, 2008; Guisasola *et al.*, 2001).

Entre estas concepciones, estarían unas asociadas a un *Campo Cognitivo del Conocimiento* y otras a un *Campo Social e Institucional del Conocimiento*, propuestos como aspectos/contenidos de la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología (NdCyT, de acuerdo con Vázquez *et al.*, 2017), que en el ámbito educativo y didáctico se demanda como metaconocimiento con valor para la educabilidad y la enseñabilidad de los contenidos científicos (Adúriz, 2005; Vázquez y Mannassero, 2010; 2017; Acevedo *et al.*, 2017). Sin embargo, el término *Tecnología* resulta poco familiar para los profesores, cuestión asociada a una ciencia escolar mayormente a la imagen pública y socialmente instalada, que a su vez le desvincula de la tecnología y de la sociedad (Siso y Cuéllar, 2017).

La NdCyT refiere el nivel metacognitivo del pensamiento y los procesos científicos que buscan el conocimiento como un fin en sí mismo, pero también como medio para lograr nuevos objetivos a través de desarrollos tecnológicos e innovaciones (tecnológicos, empresariales, económicos, militares o políticos), que revierten en más conocimiento científico, mediante instrumentación, y en nuevo conocimiento tecnológico, apoyado en conocimiento científico, práctico y en las relaciones con la sociedad. La denominación integral de Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología, se usa para describir con precisión las relaciones C-T-S en el mundo actual (Bennáassar *et al.*, 2010; Echeverría, 1998; Marín *et al.* 2013; Tala, 2009; Vázquez y Manassero, 2017).

Derivada de la Nueva Filosofía de la Ciencia, la primera Dimensión focaliza preservar y comprender la racionalidad de la ciencia. Se basa en una visión evolutiva de la ciencia análoga a la evolución biológica, desde un giro cognitivo de la que intenta explicar cómo los científicos utilizan sus capacidades cognitivas –percepción, control motor, memoria, imaginación y lenguaje– para, interactuando con el mundo, construir la ciencia moderna. Asimismo, se puede hablar de diversidad de representaciones o de modelos científicos y de herencia a través de la transmisión cultural de estas representaciones, cuya supervivencia o evolución también depende de factores sociales. Los factores racionales, los empíricos y los sociales se interrelacionan fuertemente (Duschl, 1994; Giere 1994). En este campo, es posible distinguir dos categorías: en primer lugar, la Epistemológica referida a la naturaleza del conocimiento y la naturaleza de los procedimientos sustentada en los principios filosóficos que fundamentan los métodos empleados para construir, desarrollar, validar y difundir conocimiento, y en segundo lugar a la Relación Ciencia y Tecnología, referida a la interacción y vínculos entre ciencia y tecnología, ya que ambas presentan diferencias en sus objetivos (aims), resultados y pautas de desarrollo (Niiniluoto, 1997).

Por otra parte, las concepciones metateóricas se asocian a una segunda dimensión conocida como *Campo Social e Institucional del Conocimiento*, referida a los aspectos sociales e institucionales de la ciencia y la tecnología, como categoría Sociología Interna y externa. En

sociología interna de la ciencia (el trabajo de los científicos y la comunidad científica en la construcción social del conocimiento, valores implicados en las prácticas científicas, características de la comunidad científica, etc.), y la sociología externa de CyT que incluye las influencias mutuas entre sociedad y sistema científico-tecnológico, donde aparece la educación, la comunicación, la innovación y las políticas científicas.

Debido a que las concepciones que tienen los docentes en relación con ambas dimensiones representan un obstáculo a movilizar para introducir novedades en el aula de ciencias naturales, es necesario promover la explicación de las mismas para su reflexión y revisión en el marco de discusiones entre pares que permitan compartirlas y contrastarlas como parte de un ejercicio que sitúe al profesor metacognitivamente. Esto, apoyado por una formación que considere la revisión metecórica, posibilitaría la reducción de su carácter subjetivo (Moreno y Azcárate, 2003), promoviendo el tratamiento científico de problemas didácticos.

Por ello, en éste artículo se interpretan las concepciones acerca de ciencia y tecnología de profesores de química y su revisión en el marco de un itinerario de formación continua docente.

2. Metodología

2.1. Contexto de Investigación

La interpretación de las concepciones se desarrolla dentro de un Itinerario de Formación Docente denominado "La Naturaleza de la Ciencia y Tecnología (NdCyT) en la enseñanza de la Química" diseñado e implementado en veinte sesiones de trabajo, como parte de una investigación doctoral.

Con la intención de promover la reflexión y reconocimiento de las formas de pensar, decir, hacer docente, el itinerario de formación inicia con el desarrollo de la Sesión 1, denominada *Mis concepciones acerca de la Ciencia y Tecnología*. En esta sesión, se tuvo como propósito que cada profesor participante reconociera sus concepciones acerca de la ciencia y la tecnología, proyectara sus concepciones acerca del trabajo científico y tecnológico, así como acerca de sus actores principales, y por último que conociera las concepciones de pares y reconociera las propias en el colectivo. Para ello, se les invitó a desarrollar, a través de dos papeles de trabajo (PT1.1 y PT1.2), actividades retadoras o desafiantes relacionadas con definiciones espontáneas acerca de la Ciencia y la Tecnología, producción de esquemas (dibujos) acerca del trabajo científico y tecnológico y sus actores principales, socialización de sus producciones y síntesis escritas para finalmente, realizar un debate de ideas en el que se promoviera la discusión.

En la introducción de nuevos conocimientos, se discutió acerca de las imágenes de ciencia y tecnología, científico y tecnólogo socialmente instaladas, así como las algunas razones histórico-filosóficas que han promovido esto. Para favorecer la metacognición, en el momento de cierre reflexivo se solicitó a los profesores que explicaran por escrito la importancia de reconocer las propias concepciones acerca de la ciencia y la tecnología, así como lo que pueden rescatar de la sesión de trabajo vivida.

2.2. Participantes de la investigación

Los participantes de la investigación macro y acerca de quienes se reporta en este trabajo, son cuatro profesores de química que cumplen con criterios de homogeneidad, heterogeneidad, inclusión y exclusión, apelando también al criterio de voluntariedad manifiesta (Simons, 1997). Estos participantes se han identificado en la investigación a través de los nomencladores VR, RG, ME y NA.

2.3 Análisis de la información

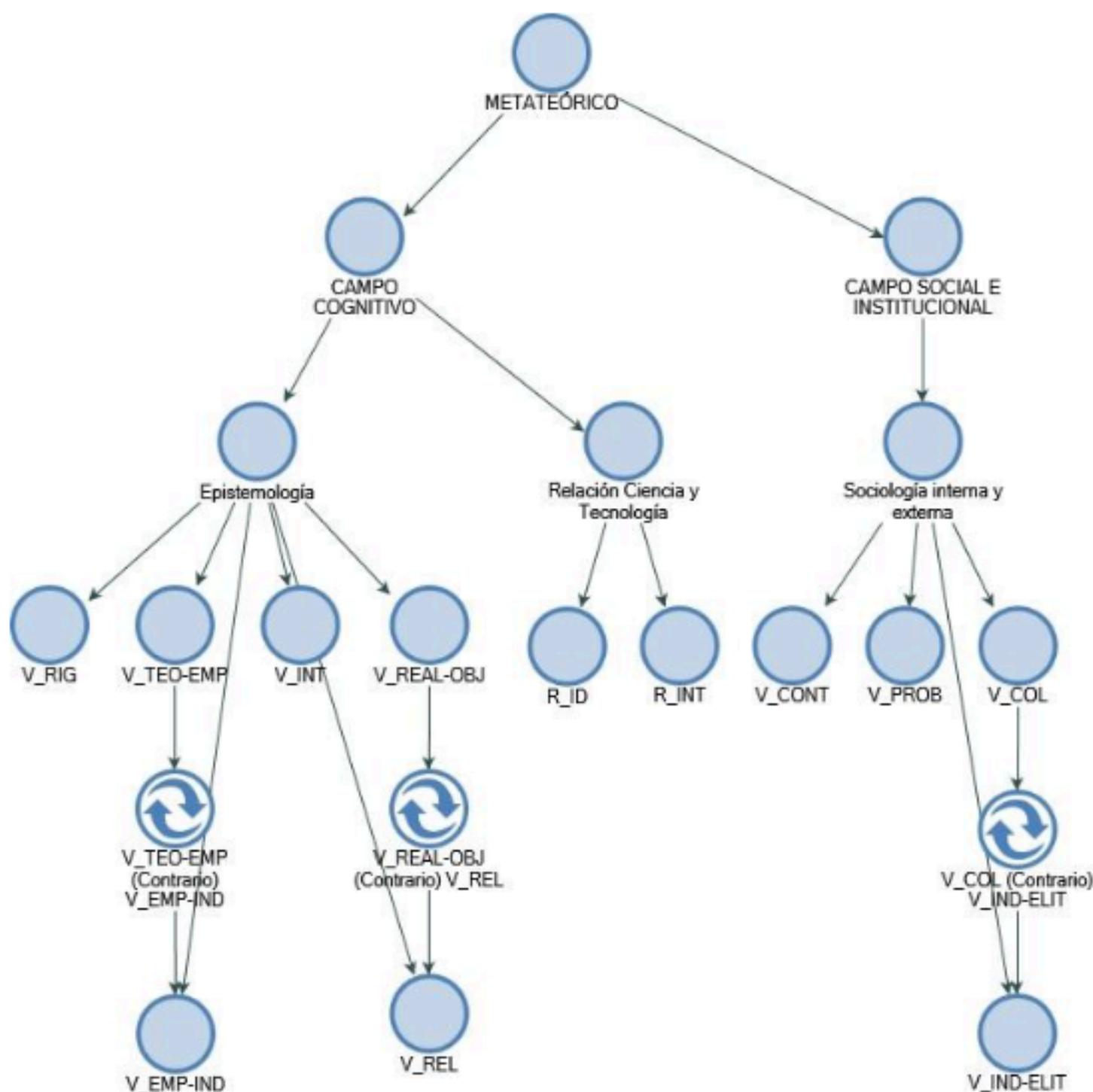
La información se recuperó a partir de los papeles de trabajo PT1.1y PT1.2. y de la transcripción de videograbación de la sesión de discusión. Para la transcripción se

adoptaron las instrucciones de Poland (2002, citado en Rapley, 2014) y el análisis de la misma se desarrolló a través de NVivo12. En éste análisis se identificaron las concepciones a partir de un análisis de contenido cualitativo, empleando una codificación abierta y guiada por la literatura que no son excluyentes y ayudan a nutrir el proceso analítico.

3. Resultados

Tomando como base las respuestas de los profesores en los papeles de trabajo y en las dinámicas de discusión, se lograron identificar elementos asociados a la dimensión Metateórica en sus campos Cognitivo y Social e Institucional, tal y como se muestra en la Figura 1

Figura 1
Concepciones metateóricas de los profesores identificadas en el trabajo.



Legenda: Visión Problemática (V_PROB); Visión individualista – elitista (V_IND-ELIT); Visión Colectiva (V_COL); Visión Contextualizada (V_CONT); Visión Real-Objetivista (V_REAL-OBJ); Visión Relativista (V_REL); Visión Empírico-Inductivista (V_EMP-IND); Visión Teórico-Empírica (V_TEO-EMP); Visión Rígida (V_RIG); Visión integrada (V_INT); Relación CyT Idealista (R_ID); Relación CyT Interaccionista (R_INT)

Sin embargo, se encontró una mayor incidencia en la codificación relacionada con la categoría *Campo Social e Institucional*, seguido de aquellos fragmentos asociados al *Campo Cognitivo*, lo que en principio sugiere que los profesores hacen mayor referencia a la naturaleza del trabajo de los científicos y la comunidad científica en la construcción social del conocimiento, valores implicados en las prácticas científicas, características de esta comunidad, influencias mutuas entre sociedad y sistema científico-tecnológico, donde

aparece la educación, la comunicación, la innovación y las políticas científicas que la naturaleza del conocimiento y los procedimientos, entendidos como parte del ámbito puramente epistemológico, y a las relaciones entre Ciencia y Tecnología.

Por ello, que se discutirá a continuación los resultados en relación con las concepciones de los profesores en relación al *Campo Social e Institucional*

3.1. Dimensión: Campo social e institucional del conocimiento

En relación a esta dimensión, se encontraron concepciones asociadas a una Visión Problemática (V_PROB), a una Visión individualista – elitista (V_IND-ELIT) que contrasta con la Visión Colectiva (V_COL) también evidenciada, y una Visión Contextualizada (V_CONT). Este contraste encontrado, se identifica como una tensión entre concepciones, entendida como contrariedades en una misma postura que en la literatura se asocian a visiones deformadas (Fernández *et al.*, 2002), ingenuas (Marín y Benarroch, 2009) y a su contraparte, las informadas (Segarra *et al.*, 2008).

3.1.1. Visión Problemática (V_PROB)

De acuerdo con los participantes, el conocimiento científico y tecnológico tiene su génesis histórica, asociada sociológicamente a las necesidades de un tiempo y época

la ciencia tiene una historia, que muestra la evolución de las ideas y de las técnicas, como de los procedimientos los que se ajustan y evolucionan según la época, según los intereses de la época, los desafíos de la misma, los recursos que existen y las personas presentes. (VR_S1)

según la época van teniendo más o menos protagonismo (VR_S1)

En este sentido, el conocimiento no es a-histórico, lo que le hace tener un carácter subjetivo y humano al estar condicionado por una serie de factores mencionados por los profesores.

3.1.2. Visión individualista y elitista (V_IND-ELIT) contraria a una Visión Colectiva (V_COL)

Para los participantes, el conocimiento científico aparece como un logro de eruditos con características particulares y en ambientes particulares. Generalmente vestidos con un traje específico de color blanco que cubre la vestimenta, a modo de protección ante la manipulación de sustancias en un ambiente de experimentación o laboratorio, que normalmente está rodeado de artilugios sofisticados y complejos, de forma aislada, en solitario

Yo puse el científico no solamente trabajando en el laboratorio. Puede estar trabajando en una sala con un delantal blanco, lo puse con lentes, y le puse arriba signos de interrogación como preguntándose, formulando su hipótesis. Después para dar respuesta a esa hipótesis dependiendo lo que iba desarrollando, puse una mesita con un vasito precipitado, donde está dando respuesta a lo que él se está planteando. Y a la vez identificando las variables por ejemplo el tiempo e hice registro de datos, una tabla comparativa hice una gráfica (RG_S1, describiendo su dibujo de científico en PT.1.1)

De bioquímica... el tiene material de laboratorio, tiene reactivos, tiene un microscopio, tiene una zona ordenada, tiene zona de lavado, tiene una zona limpia para poner el material, tiene mucha literatura para consulta, tiene un computador para poder procesar información (ME_S1 describiendo su dibujo de científico en PT.1.1)

En este caso particular, también la idea se asocia a otro aspecto de ésta visión advertido por la literatura (Fernández *et al.*, 2002), relacionado con que los resultados obtenidos por un solo científico o equipo, pueden bastar para verificar o falsear una hipótesis o, incluso, toda una teoría. En ambos ejemplos de las intervenciones de profesores, se insiste explícitamente en que el trabajo científico es un dominio reservado a minorías especialmente dotadas y se ignora el papel del trabajo colectivo, de los intercambios entre equipos, con claras discriminaciones de naturaleza social, en este caso de género. Lo anterior se reitera en otras

intervenciones, donde claramente el conocimiento científico es desarrollado por hombres y no por mujeres, en edad avanzada

ME: Tienen un delantal blanco, es peladito es que piensa mucho, está mirando, se ve solo, porque está así profundamente inmerso en su disciplina, claro está haciendo una mezcla, está revolviendo

RG: igual que yo

(ME_S1 describiendo su dibujo de científico en PT.1.1 interactuando con RG)

Sin embargo, otras dos intervenciones superan la mirada de género, conservando los rasgos de trabajo aislado y ambiente particularmente equipado

Yo dibujé un hombre, pero para mí como mujer, hombre me da igual. Está dentro de una casa, dibujé un árbol, hay una fruta donde él está extrayendo como la sustancia de la fruta en un matraz. De ahí tiene un microscopio y analiza si tiene bacterias algo... y las hojas (rÍe) están conectadas a sensores (VR_S1 describiendo su dibujo de científico en PT.1.1).

Esta persona es una mujer joven, vestida en forma común y corriente con una falda, con un vestido y puede ser que ella esté en el patio, puede ser que esté en su casa no tiene nada de formalidad como para que esté dentro un colegio o un laboratorio (NA_S1 describiendo su dibujo de científico en PT.1.1).

Se presta atención a la tecnología sólo desde una perspectiva utilitaria: sensores, computadores para procesar información, sin embargo, ignora los aportes de técnicos, maestros de taller como integración de ambos conocimientos, lo que se interpreta en otra de las dimensiones de estudio.

Al contrario de la visión de ciencia anterior, desde esta perspectiva se rescata la cristalización del trabajo realizado por la comunidad científica y la expresión del consenso alcanzado en un determinado momento histórico, condicionado por relaciones de cooperación o competencia, da cuenta la dimensión colectiva del trabajo científico y tecnológico refiriéndose a los equipos de trabajo participantes en la investigación y mostrando la interacción entre estos equipos y la comunidad científica, por tanto, al ser una construcción humana el trabajo científico no está exento de la posibilidad de subjetividades.

El tecnólogo dispone de computadores para planificar y luego ir a terreno. Trabaja acompañado en un ambiente desafiante (RG_S1)

no es algo personal actualmente, sino que es un grupo de personas en el mundo que se dedican a que siga avanzando que no se estanque y que siempre se esté revisando y validando (VR_S1)

Por otra parte, se cuestiona también la posibilidad de que la revisión metodológica sea exhaustiva debido a la disponibilidad material, sugiriendo sólo la relevancia de una coherencia en la redacción y escritura de los materiales y métodos.

Por eso se publica para que otro lo revise, pasan por una revisión pero que siempre es de escritura de método (si) pero no es como... no creo que los que revisan los papers tengan laboratorio para probar cada experimento, es muy difícil (VR_S1)

3.1.3. Visión Contextualizada (V_CONT)

Para los participantes, la actividad científica y tecnológica se da en forma contextualizada, debido a que en las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad se generan conflictos e intereses política e ideológicamente cargados, lo que genera posturas en torno a las repercusiones negativas, y la necesaria toma de decisiones fundamentadas.

La ciencia estudia la naturaleza para comprenderla y manejarla, muchas veces para beneficio del ser humano y otros seres vivos. Que gracias al conocimiento científico hay salud porque se ha descubierto cómo funcionan las enfermedades, o se han descubierto medicamentos adecuados. Otras veces la ciencia se dedica al estudio cuestiones no éticas ni beneficiosas eh, más que perjudiciales (...) que no necesariamente tienen un fin noble. (NA_S1)

En relación con la Tecnología, también se reconoce de forma puntual el plano contextual de sus desarrollos

Todo tiene su lado a y su lado b, también la tecnología uno tiene que tomarla con cuidado informarse porque todavía tengo en la mente esos colchones que... (NA_S1 refiriendo a una anécdota de visionado de documental donde mostraba que colchones y almohadas se bañan en retardantes de llama bromados)

Aquí se evidencia la dualidad en relación al carácter "benévolo" o "perjudicial" de la ciencia y sus desarrollos, entrando en una dimensión ética desde la subjetividad humana. Sin embargo, coincide con la visión de que son estas necesidades las que condicionan el surgimiento del conocimiento científico y tecnológico.

La tecnología es una forma de elaborar soluciones concretas a través de objetos materiales, o necesidades vitales y/o cotidianas de las personas (VR_S1PT1.1)

yo creo que el tema no es en si la disciplina sino las personas que la practican (ME_S1)

Por último, en las discusiones emergió una posible razón que sustenta la necesidad de la educación científica, aquí se generan situaciones en las que las opiniones e intereses de los ciudadanos, de asociaciones, de las instituciones públicas o privadas, gubernamentales o no, cuentan e influyen en las líneas de investigación planteadas

es que la ciencia influye tanto en la vida de las personas de distintas maneras, que es necesaria su enseñanza y aprendizaje, yo siento que es un derecho en parte, es un derecho de la educación científica actualmente, porque influye tanto en las personas que, si no se enseñara ciencias, las personas básicamente se guiarían por lo que dice la televisión, los medios de comunicación de porque pasan las cosas (VR_S1)

3.2. Dimensión: Campo cognitivo del conocimiento

En ésta dimensión se encontraron concepciones asociadas tanto a las categorías Epistemología y Relación Ciencia y Tecnología. En relación a la primera, se identificaron en los papeles de trabajo y en la discusión de los profesores elementos que dan cuenta de una Visión Real-Objetivista (V_REAL-OBJ) que contrasta con una Visión Relativista (V_REL), de una Visión Empírico-Inductivista (V_EMP-IND) que contrasta con la Visión Teórico-Empírica (V_TEO-EMP), de una Visión Rígida (V_RIG) y una Visión integrada de la ciencia y tecnología (V_INT).

En lo correspondiente a la Relación Ciencia y Tecnología, los profesores participantes proporcionaron información asociada a dos formas de concebirla, una Idealista (R_ID) y otra Interaccionista (R_INT), como se presenta a continuación.

3.2.1 Visión Realista-objetivista (V_REAL-OBJ) contraria a una Visión Relativista (V_REL)

Durante las discusiones, emergió la relevancia de los fenómenos observables en la construcción del conocimiento científico, como parte de la realidad que se observa y que da cuenta de verdades en lugar de interpretaciones

porque necesita donde poder comparar los datos porque si no de hecho a mí me pasó... una balanza uno tiene que comparar incluso un instrumento, uno tiene que calibrarlos para llegar a los resultados... porque claro este joven puede estar ahí graficando, pero sino tiene una referencia, le puede dar cualquier tontera... y eso pasa (VR_S1)

no es una verdad para mí nada más, tiene que ser universal tal vez decir que es universal (ME_S1)

En este sentido, lo central de acuerdo a los ejemplos anteriores, son los hechos que se obtienen a partir de la experiencia y lo observado. La tarea es establecer relaciones objetivas entre leyes y hechos. La teoría es reflejo de la realidad tal y como se matiza en la

definición de ciencia propuesta por una participante, donde se evidencia también parte de la tensión con la visión relativista que se discute a continuación.

Ciencia: Conjunto de saberes expresados en teoría, principios y leyes, factible de ser comprobado (ME_S1PT1.1)

Por otra parte, y de acuerdo con estas intervenciones realizadas, de forma coincidente por los mismos participantes de la subcategoría, la verdad se aleja de un valor absoluto y único, dando cabida a procesos de interpretación que en sí mismos son subjetivos.

De un conjunto de hecho, claro y su interpretación (y su interpretación). No solo el hecho sino un conjunto de datos. La química no es solo datos, es una interpretación de los datos que sostienen (VR_S1)

lo pragmático no es la condición de práctico, yo creo que la ciencia es pragmática porque es factible de ser manipulable a eso me refiero (ME_S1)

En este sentido, se infiere la relevancia de las normas y racionalidad de los grupos sociales, lo que a su vez considera las técnicas empleadas para estos desarrollos

VR: una cosa es una ley que se restringen a lo empírico y otra cosa una teoría que es todo el proceso de años de ir, venir, sabemos que... aciertos, desaciertos..., de constante cambio y...

ME: paradigmas

VR: ... de interpretación de hechos (Fragmento S1, se discute acerca de las posturas que condicionan la naturaleza del conocimiento)

3.2.2. Visión empírico – inductivista (V_EMP-IND) contraria a una Visión teórico-empírica (V_TEO-EMP)

En relación con esta concepción, emergieron aproximaciones orientadas a valorar la observación como un proceso objetivo previo al desarrollo de conocimientos, inclusive para la construcción de ideas previas en la niñez

Si porque se hace ciencia incluso cuando los niños salen en un paseo o están en su camino y encuentra una araña y empiezan a observarla (NA_S1)

Lo anterior se condice con la exaltación el papel de la experimentación para la determinación de lo que ocurre en ausencia de ideas apriorísticas

...está haciendo ciencia con una un experimento que hizo, con disoluciones de distinta densidad, de distinta concentración de azúcar, y utiliza un colorante para poder determinar qué es lo que ocurre allí vaciando las disoluciones, la densidad influye en si se puede formar una cápita de agua o se mezcla todo (NA_S1, describiendo su dibujo de científico)

En este sentido, la construcción de conocimiento se focaliza desde la investigación neutra y libre de subjetividades, donde no se consideran lineamientos teóricos previos para pensar acerca del proceso investigativo y los productos esperados del mismo con la idea de que pueden ser el resultado de la inferencia inductiva, a partir de unos datos puros.

En contraparte, también emergieron afirmaciones que dan cuenta de que la construcción de los conocimientos está influida por la teoría que orienta a la investigación y los supuestos involucrados

es una explicación descriptiva o interpretativa basado en un conjunto de resultados medibles (VR_S1)

3.2.3. Visión rígida, algorítmica e infalible (V_RIG)

El trabajo metódico, de seguimiento de pasos infalibles y definidos es característico en los procesos de construcción de conocimientos

en relación a las características del trabajo científico, yo puse como las etapas que era formular hipótesis, dar respuesta a las preguntas planteadas, e identificar las

variables, registrar datos, analizar datos...(RG_S1 comentando su respuesta a interrogante en PT1.1)

lo interesante de la ciencia es que si uno sigue el mismo proceder es reproducible (ME_S1)

...planificar. Él ordena, (...) hace una coordinación, porque seguramente la reunión de ella, después viene la ejecución, pero después va revisando las obras y al final hace como la obra finiquitada porque la inspecciona él termina esa obra (RG_S1, refiriendo a la imagen de tecnólogo dibujada)

Se resalta lo que supone tratamiento cuantitativo, control riguroso, relegando todo lo asociado a procesos de invención, creatividad, duda

Que si que si yo hago la misma experiencia... no sé, trabajo con una planta y le cae algo, entonces no solamente lo puede hacer él sino que yo también sigo el mismo procedimiento, o cualquiera, debería también dar eso.

3.2.4. Visión Integrada (V_INT)

En la discusión de los participantes se manifestó una idea de progreso conceptual en y desde los contextos de producción intelectual.

El trabajo científico es modificable...(ME_PT.1.1)

...modificado conforme expliquen en mejor forma un fenómeno (ME_S1PT1.1)

Estas ideas dan fuerza a la idea superadora de ciencia como bloque constituido e inmutable de conocimiento.

Por otra parte, en cuanto las concepciones acerca de la relación entre Ciencia y Tecnología, los participantes manifestaron dos posturas que se desarrollan a continuación.

3.2.5. Relación Ciencia y Tecnología Idealista (R_ID)

Los profesores manifestaron entre sus concepciones una relación de subordinación de la Tecnología a la Ciencia. Ante las aproximaciones a lo que consideran como Tecnología, los profesores manifestaron lo siguiente

la tecnología yo puse que es el campo que aporta al estudio de los trabajos científicos en un área y a la ejecución del area práctica (ME_S1, socializando su concepto de Tecnología)

...aprovecha el conocimiento científico para poder aplicarlo a objetos, a aparatos. (NA_S1)

Es el campo que aporta al estudio de trabajos científicos y ejecución (RG_S1PT1.1)

Es un campo que aplica y promueve el desarrollo de la ciencia, sus principios y procedimientos (VR_S1PT1.1)

Con base en estas afirmaciones, se infiere que la tecnología no es más que la aplicación de la ciencia, y de acuerdo con Niiniluoto (1997), equivale a proclamar que el desarrollo tecnológico depende jerárquicamente de la investigación científica. Esto ha sido cuestionado como modelo de interacción debido a conocidos casos históricos que dan cuenta de ésta concepción como una poco adecuada y sin fundamento en la actualidad.

Por otra parte, se concibe la Tecnología como un conocimiento reducible a la ciencia, por lo que, al depender ontológicamente de ésta, la restringe a una mera aplicación con fines utilitarios

Como área aplicada, su desarrollo teórico se restringe más a la resolución y propuesta de desafíos o interrogantes a las personas de una época, situación en la cual emergen leyes, ideas, modelos y explicaciones científicas-tecnológicas (VR_S1)

3.2.6. Relación Ciencia y Tecnología Interaccionista (R_INT)

Por otra parte, los participantes consideran que la Ciencia y la Tecnología son conocimientos independientes ontológicamente, pero están en interacción causal, al manifestar que la tecnología se apoya en el conocimiento científico y a su vez permite el desarrollo del mismo

en una relación de simbiótica que promueve el desarrollo de ambos tipos de conocimiento.

siento que hay como una simbiosis porque la tecnología requiere de un montón de conocimiento (...) sobre los materiales, sobre las leyes, pero a la vez, ella facilita que también la tecnología se desarrolle con mayor precisión y profundidad: por ejemplo, el mismo ph el phmetro ya. Para ver el ácido-base para el cual nosotros ponemos (zumo de) repollo morado podemos ver, pero el pH-metro es mucho más exacto. Entonces, siento que es como una mezcla de los dos (ME_S1)

En este sentido, se responde al modelo asociado a una práctica tecnológica que se ha hecho mucho más científica y al mismo tiempo, la práctica científica también depende cada vez más de las aportaciones de la tecnología con los instrumentos y sistemas de precisión, nuevos problemas de investigación, lo que manifiestan al afirmar que la tecnología disponible permite a la ciencia poner a prueba ideas que han sido mitos o ideales en otros tiempos históricos

el tema de la clonación siempre existió como un mito o como un ideal, pero ahora (...) quizás la tecnología ha favorecido que esas ideas lleguen a algún punto, a probarse al menos. Pero son ideas que siempre han estado (VR_S1)

Por tanto, los métodos, conocimientos teóricos, conceptos y modelos que se usan promueven el desarrollo de conocimientos científicos y tecnológicos de forma interactiva y no subsidiaria.

3.3. La revisión de las propias concepciones

De acuerdo con los profesores participantes, el desarrollo de papeles de trabajo y discusiones permitió tres cuestiones relevantes desde el punto de vista del desarrollo profesional docente, como son 1) advertir la incidencia de sus concepciones en el plano didáctico, 2) desarrollar ideas nuevas en relación con la ciencia y la tecnología como objetos de discusión y 3) reflexionar y hacerse consciente de las propias concepciones. Tal y como se muestra en la Figura 2.

Figura 2
Incidencias de la revisión de las concepciones metateóricas



En relación con la identificación de ideas novedosas, los profesores participantes manifestaron advertir la incidencia en el plano didáctico y desde una perspectiva más reflexiva, también realizan juicios de valor en relación al potencial educativo de unas concepciones débiles que son transmitidas durante la enseñanza, en el desarrollo de las personas.

Darme cuenta que eso es lo que poseo por lo tanto es eso lo que puedo dar (ME_S1PT1.2)

Es importante porque son estas las concepciones que transmitimos y son débiles, enseñamos concepciones débiles que no aportan al buen desarrollo de las personas que confían en nosotros al reconocer en qué punto estamos, podemos avanzar para aprehender el nuevo conocimiento (NA_S1PT1.2)

De la reflexión anterior se desprende que también los profesores reconocen la importancia de explicar las concepciones para revisarlas y en términos progresivos, mejorarlas

Éstas probablemente se presenten implícitas en mi didáctica, por lo que es importante hacerlas explícitas, discutir las y mejorarlas (VR_S1PT1.2)

En relación con el desarrollo de ideas nuevas, los profesores afirmaron recuperar de las discusiones lo que catalogan como ideas distintas o complementarias a las propias compartidas, tales como que la ciencia y la tecnología se interrelacionan; que la ciencia es una disciplina que se basa en hechos que son afirmaciones y que pueden ser verificables. Esto es particularmente importante ya que los profesores lograron contrastar sus concepciones y lo que han identificado como novedoso, pudiera constituir un eje de interés que promueva la movilización conceptual hacia unas más adecuadas para la educación científica, de acuerdo con visiones de ciencia y tecnología informadas metateóricamente.

Escuchar ideas distintas o complementarias sobre ciencia y tecnología. (ME_S1PT1.2)

Que la ciencia se basa en la interpretación de hechos y que estos son verificables

Que la tecnología es la ciencia que aporta al estudio de los trabajos científicos (RG_S1PT1.2)

Los profesores han manifestado como importante, el reflexionar y hacerse conscientes de sus concepciones, en el sentido de cuerpos conceptuales poco explícitos susceptibles de ser cuestionados, evaluados en relación a su consonancia con posturas informadas acerca de la ciencia y la tecnología para promover complejizaciones en las mismas

Profundizar mis concepciones, cuestionar mis concepciones (ME_S1PT1.2)

Conocer distintos puntos de vista de una cuestión permite reflexionar qué tan acertada o equivocada está mi concepción y me prepara para modificarla, ampliándola, complejizándola, etc. (NA_S1PT1.2)

Ha sido valioso aporte hacia la reflexión de mi imagen/modelo/idea de ciencia y tecnología que poseo ha significado conocer, compartir y discutir junto a otras colegas ideas poco explícitas (VR_S1PT1.2)

De esta forma, los profesores han tenido la oportunidad de revisar sus concepciones metateóricas, representándolas y contrastándolas con sus pares y con algunos marcos teóricos provenientes del campo metateórico conocido como Naturaleza de la Ciencia y Tecnología, sin aún entrar a discutir aspectos en mayor profundidad.

4. Conclusiones

Durante la explicación conceptual de los profesores, es posible identificar aspectos asociados al plano sociológico de generación y desarrollo del conocimiento científico y tecnológico, así como también al plano cognitivo que vincula a lo epistemológico y a la relación entre ambos campos de conocimiento.

En general, las concepciones en la dimensión sociológica parecen estar más orientadas a visiones informadas de la ciencia y tecnología, ya que, de acuerdo con la discusión y papeles de trabajo analizados, para los profesores ambos conocimientos se desarrollan de acuerdo con base en dilemas que la sociedad requiere atender, en un contexto histórico-social que marca los desarrollos. Sin embargo, en las discusiones se generan coexistencias de afirmaciones que tienden a una visión individualista y elitista, que contrastan con una visión colectiva del trabajo científico. Tales coexistencias se han asumido como tensiones, y se identifican en la discusión colectiva y no al interior de las concepciones individuales, constituyendo el espacio de reconocimiento entre pares que se ha valorado como importante

espacio formativo.

Por otra parte, en la dimensión cognitiva, se evidencian concepciones informadas e ingenuas acerca de la naturaleza del conocimiento y de los procedimientos contrastantes entre sí. Para los profesores, desde una perspectiva epistemológica la realidad existe objetivamente y la ciencia se acerca desde el valor de la verdad, a la vez que este mismo conocimiento se conceptúa desde una postura más moderada que implica intersubjetividades. De la misma forma una visión empírico-inductivista contrasta con otra teórico-empírica donde tanto la observación y el dato como los procesos interpretativos y teóricamente cargados, son relevantes. Las tensiones en ésta dimensión son relevantes y particularmente interesantes debido a que, de acuerdo con la evidencia, se presentan a través de las discusiones en un plano colectivo, pero también en las concepciones individuales de los profesores.

En lo que se refiere a la relación entre ciencia y tecnología, los profesores afirman concebirla desde dos modelos referenciales ampliamente descritos en los que, por una parte, la tecnología es una simple aplicación de conocimientos científicos con dependencia ontológica, mientras que, por otra parte, asumen a la ciencia y a la tecnología en una interdependencia, en una simbiosis desde sus propias voces. La primera relación, como modelo explicativo inadecuado, es una de las que socialmente se ha aceptado y se sigue promoviendo a través de la educación científica, lo que se puede asociar a las concepciones del profesorado y su incidencia en la enseñanza de los contenidos.

Ha resultado relevante que los profesores destaquen la importancia de la explicación y revisión de sus propias concepciones, a partir de los procesos que han permitido reflexión y socialización de éstas entre pares, en una instancia que ha sido reconocida por ellos mismos como una oportunidad para el cuestionamiento que les prepara para *modificarlas* una vez advertida, desde sus propias voces, la posible incidencia en el plano didáctico. Al respecto, es necesario posicionarse desde una perspectiva constructivista donde lo que se percibe como *concepción débil o concepción errónea*, realmente se presente como una fortaleza para promover movilizaciones hacia concepciones más adecuadas, en lugar de modificaciones o cambios radicales e inmediatos.

Por ello, se insiste en la necesidad de estos espacios de formación y reflexión que promuevan en el profesorado discusiones relacionadas con la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología (NdCyT) como conjunto metateórico de conocimientos acerca de la ciencia –y tecnología- que enseña, de forma que se promueva una movilización de éstas concepciones sobre un sustento teórico a partir de su reconocimiento, contraste y revisión.

Agradecimientos

Este trabajo es un producto parcial de investigación de Tesis Doctoral financiado por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile (CONICYT) a través de la Beca de Doctorado Nacional. Adicionalmente, guarda relación con cuestiones teóricas y metodológicas desarrolladas en el marco del Proyecto FONDECYT de Iniciación 11150509, que patrocina la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile. La sesión de trabajo referida en este trabajo se desarrolló en las instalaciones de la Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile (UCSC).

Referencias bibliográficas

- Acevedo-Díaz, J., García-Carmona, A. y Aragón, M. (2017b). Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: Una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. *Educación Química*, 28(3), 140-146
- Adúriz-Bravo, A. (2005b). *Una Introducción a la Naturaleza de la Ciencia*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica
- Astudillo, C., Rivarosa, A. y Ortiz, F. 2010. Estudio de un diseño de formación para profesores de Ciencias: consideraciones metodológicas. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. Zaragoza, v. 13, n. 4. p181-190
- Bennássar, A., García, A., Vázquez, Á., Manassero, M., , M., y Paixão, F. (2010). *Ciencia*,

tecnología y sociedad en Iberoamérica: una evaluación de la comprensión de la naturaleza de ciencia y tecnología.

Carrillo, J. (1998). *Modos de resolver problemas y concepciones sobre la matemática y su enseñanza: metodología de la investigación y relaciones.* Huelva: Publicaciones de la Universidad de Huelva.

Chalmers, A. (2010). *¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?* Siglo Veintiuno. Madrid: España.

Duschl, R. (1994). Research on the history and philosophy of science. *Handbook of research on science teaching and learning*, 443-465 pp.

Echeverría, J. (1998). *Filosofía de la ciencia.* Madrid: Akal.

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.

Giere, R. (1994). *The cognitive structure of scientific theories.* *Science*(61), 276-296 pp.

Guisasola, J., Pintos, M. y Santos, T. (2001). Formación continua del profesorado, investigación educativa e innovación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, (41) pp. 207-222 pp.

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 pp.

Marín, N.; Benarroch, A. y Niaz, M. (2013). Revisión de consensos sobre naturaleza de la ciencia. *Revista de Educación*, 361, 117-140 pp.

Moreno, M. y Azcárate, C. (2003). Concepciones y creencias de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (2), 265-280 pp.

Mortimer, E. (2005). *Lenguaje y formación de conceptos en la enseñanza de las ciencias.* Madrid: Machado Libros.

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

Rapley, T. (2014). Los análisis de la conversación, del discurso y de documentos en investigación cualitativa. Morata. Madrid: España.

Segarra, A., Vilches, A. y Gil, D. (2008). Los museos ciencias como instrumentos de alfabetización científica. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 22, 85-102

Simons, H. (2011). *El estudio de caso: teoría y práctica.* Morata. Madrid: España.

Siso-Pavón, Z. y Cuéllar-Fernández, 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 pp.

Tala, S. (2009). Unified view of science and technology for education: Technoscience and technoscience education. *Science & Education*, 18(3-4), 275-298 pp.

Vázquez - Alonso, Á., & Manassero-Mas, M. (2017). Contenidos de Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología en los nuevos currículos básicos de educación secundaria. *Profesorado Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 21 (1), 294-312 pp.

1. Doctora (c) en Educación. Académica de la Facultad de Educación. Departamento de Didáctica. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile. zsiso@ucsc.cl

2. Doctor en Educación. Académico de la Facultad de Ciencias. Departamento de Física. Universidad del Bio Bio, Chile. isanchez@ubiobio.cl

3. Doctor en Ciencias de la Educación. Académico de la Facultad de Educación. Departamento de Didáctica. Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile. lcuellar@ucsc.cl
