



UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE EN FORMACIÓN CONTINUA DE PROFESORES DE QUÍMICA FUNDAMENTADA EN NATURALEZA DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

A CONTINUOUS CHEMISTRY TEACHER TRAINING LEARNING EXPERIENCE BASED ON THE NATURE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

UMA EXPERIÊNCIA DE APRENDIZAGEM EM TREINAMENTO CONTÍNUO DE PROFESSORES DE QUÍMICA BASEADA NA NATUREZA DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Zenahir Siso Pavón^{*}, Iván Sánchez Soto^{**}, Luigi Cuéllar Fernández^{***}

Cómo citar este artículo: Siso Pavón, Z., Sánchez Soto, I. y Cuéllar Fernández, L. (2019). Una experiencia de aprendizaje en formación continua de profesores de química fundamentada en naturaleza de la ciencia y tecnología. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 14(2), 229-252. DOI: <http://doi.org/10.14483/23464712.13441>

Resumen

En este artículo se analiza una experiencia de aprendizaje de aspectos epistémicos a partir de actividades lúdicas de situaciones y escenarios, para promover procesos reflexivos en profesores de química respecto de la ciencia que enseñan, en torno a un *itinerario de formación* sobre visiones de naturaleza de la ciencia y tecnología. Las dos finalidades de la experiencia de aprendizaje fueron 1) reconocer la existencia de aspectos epistémicos y no epistémicos relacionados con la ciencia y la tecnología y 2) reflexionar acerca de la observación, interpretación, creatividad e imaginación como aspectos de NdCyT. La investigación fue cualitativa interpretativa, con apoyo del *análisis temático* y uso de *NVivo 11*, en el que se extraen las partes relevantes de los discursos orales y escritos de los profesores participantes en la producción de datos durante la sesión de trabajo, para agruparlos en temáticas de mayor inclusión. Los resultados muestran que la experiencia de aprendizaje promueve la reflexión no solo en relación con lo metateórico (aspectos epistémicos) tal y como fue intencionado, sino también en torno a dos bloques temáticos adicionales que resultaron centrales, como la enseñanza de la ciencia y valoración de la sesión de trabajo. Las temáticas menos inclusivas dan cuenta de que el profesor piensa desde su actuar

Recibido: 06 de junio de 2018; aprobado: 27 de septiembre de 2018

* Doctora (c) en Educación. Profesora del Departamento de Didáctica. Facultad de Educación, Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), Concepción, Chile. Correo electrónico: zsiso@ucsc.cl - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0523-6392>

** Doctor en Enseñanza de las Ciencias. Profesor del Departamento de Física, Facultad de Ciencias de la Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile. Correo electrónico: isanchez@ubiobio.cl - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1564-3397>

*** Doctor en Ciencias de la Educación. Profesor del Departamento de Didáctica, Facultad de Educación, Universidad Católica de la Santísima Concepción (UCSC), Concepción, Chile. Correo electrónico: lcuellar@ucsc.cl - ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0659-9101>

en el aula, teniendo su conocimiento profesional como referente en los procesos de reflexión, de igual modo este tipo de experiencias representan una oportunidad para contrastar y cuestionar visiones instaladas socialmente sobre la ciencia, que enseñan formas de dialogar y de compartir sus maneras de pensar, lo cual incide en el modo como hablan y actúan en el aula a la vez que fortalecen su formación profesional.

Palabras clave: formación de profesores, formación continua, didáctica, epistemología, discusión.

Abstract

A learning experience of epistemic aspects is analyzed from ludic activities of situations and scenarios, to promote reflective processes in chemistry professors regarding the science they teach around a Training Itinerary on visions of Nature of Science and Technology. Two purposes had this learning experience 1) to recognize the presence of epistemic and non-epistemic aspects related to science and technology and 2) to reflect on observation, interpretation, creativity and imagination as aspects of NdCyT. The research was of a qualitative interpretative nature supported on the Thematic Analysis and use of NVivo 11, in which the relevant parts of the oral and written discourses of the participating professors are extracted in the production of data during the work session, to group them in topics of greater inclusion. Results show that this learning experience promotes reflection not only related to the metatheoretical (epistemic aspects) as it was intended but also, around two additional thematic blocks that were central, such as the teaching of science and assessment of the work session. The less inclusive themes tell us that teacher thinks from his acting in the classroom, having his professional knowledge as a reference in the reflection processes. In the same way, this type of experiences becomes an opportunity to contrast and question visions installed socially on science, which teaches dialogue forms and how to share their thinking diversity. It impacts their skills to speak and act in the classroom while strengthening their professional training.

Keywords: further training, teacher education, didactic, epistemology, discussion.

Resumo

Se analisa uma experiência de aprendizagem de aspectos epistemológicos com base em situações e cenários de atividades recreativas para promover processos reflexivos em professores de química sobre o ensino de ciências, no âmbito de um percurso de formação sobre a Natureza da Ciência e Tecnologia. Os dois objectivos da experiência de aprendizagem foram: 1) a reconhecer a existência de aspectos epistemológicos e não epistémicos relacionados à ciência e tecnologia, 2) refletir sobre a observação, interpretação, criatividade e imaginação como aspectos desta perspectiva. Esta é uma pesquisa de tipo qualitativa interpretativa, com o apoio da análise temática e uso de NVivo 11 em que as partes relevantes de discursos orais e escritos dos participantes

do conjunto de dados produzidos pelos professores, foram extraídos como dados e agrupados em tópicos de maior inclusão. Os resultados mostram que a experiência de aprendizagem promove a reflexão não apenas em relação aos aspectos meta-teóricos (aspectos epistêmicos) como se pretendia, mas também em torno de dois blocos temáticos adicionais que foram centrais, como o ensino de ciências e avaliação da sessão de trabalho, cujos temas menos inclusivos mostram o que o professor pensa ao atuar em sala de aula, tendo seu conhecimento profissional como referência nos processos de reflexão, bem como que esse tipo de experiência representa uma oportunidade de contrastar e questionar visões de ciência socialmente instaladas que ensinam entre pares que dialogam e compartilham suas formas de pensar, falar e agir em sala de aula enquanto fortalecem sua formação profissional.

Palavras chaves: formação de professores, educação continuada, didática, epistemologia, discussão.



Introducción

La experiencia de aprendizaje se desarrolló en el marco 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 a través de cuatro núcleos temáticos, como parte de una investigación doctoral. Este itinerario se configuró como un espacio de formación y reflexión docente acerca de la ciencia y la tecnología, y de cómo incorporar estos aspectos de la NdCyT a través de la química como contexto (contextualizada). Dicha cuestión ha sido ampliamente demandada en la educación científica de muchos países y advertida por diversas investigaciones en el ámbito de la Didáctica de las Ciencias Naturales (entre ellos Chile, a través de los Estándares Orientadores para Carreras de Pedagogía en Educación Media, propuestos por el Ministerio de Educación, y de los Programas de Estudio de Química de 1º a 4º Medio).

El núcleo temático 2, “Naturaleza de la ciencia y tecnología”, consistió en ocho sesiones de trabajo, y tuvo como objetivos: a) promover la reflexión en torno a la complejidad de algunos aspectos epistémicos y no epistémicos, relacionados con los procesos de generación de conocimiento científico y tecnológico, y b) propiciar la discusión sobre las complejas relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, y la diversidad terminológica en el ámbito epistemológico y didáctico. Para ello, la estructura interna del núcleo temático se orientó hacia la discusión acerca

de las concepciones de ciencia y tecnología, de la cual se reconoció la presencia de los aspectos epistémicos y no epistémicos en diferentes situaciones tanto contextualizadas o no contextualizadas (ACEVEDO, GARCÍA, ARAGÓN, 2017; GARCÍA-CARMONA, ACEVEDO, 2016; MARÍN, BENARROCH, NIAZ, 2011; VÁZQUEZ, GARCÍA-CARMONA, MANASSERO, BENNÀSSAR, 2013).

Una de las sesiones de trabajo, titulada “¿A qué llamamos *naturaleza de la ciencia y tecnología*? Aproximación a aspectos epistémicos”, se configuró con base en los aspectos epistémicos *observación, interpretación, creatividad e imaginación* y a través de un conjunto de actividades recomendadas por VÁZQUEZ, MANASSERO (2017), de tipo lúdico y es sobre la que se analiza la experiencia de aprendizaje en la que participaron profesores de química (tabla 1).

Los propósitos de la sesión fueron 1) reconocer la existencia de aspectos epistémicos y no epistémicos relacionados con la ciencia y la tecnología, y 2) reflexionar acerca de la observación, interpretación, creatividad e imaginación como elementos de NdCyT. Para ello, se desarrolló la observación e interpretación de imágenes y la lectura de relatos como parte de lo que se entiende por *situaciones y escenarios* en un contexto lúdico para la enseñanza de NdCyT. De acuerdo con VÁZQUEZ, MANASSERO (2017) estas actividades suponen un desafío para quien observa, infiere, argumenta y desarrolla variados procesos cognitivos y cognitivo-lingüísticos, por lo que se configuran como “situaciones más auténticas, donde el fenómeno no se oculta al

Tabla 1. Atributos de la sesión de trabajo.

Sesión que tributa	Tipo de actividades para enseñar NdCyT	Recursos que promueven la comprensión de la NdCyT	Aspectos de NdCyT discutidos
Sesión 4: ¿A qué llamamos <i>naturaleza de la ciencia y tecnología</i> ?	Lúdica de situaciones y escenarios	Sin contexto: imágenes	<u>Epistémicos</u> : observación e interpretación
		En contexto: relato “El guiso fantasmagórico”	<u>Epistémicos</u> : creatividad e imaginación

Fuente: elaboración propia.

observador, pero los indicios observables son limitados o susceptibles de múltiples interpretaciones, aunque realistas” (p. 164).

Desde esta perspectiva, se desarrollaron tres actividades vinculantes en torno a las *situaciones* y *escenarios* como forma explícita de enseñar NdCyT: las dos primeras relacionadas con la observación de diversas imágenes para enfocar las interpretaciones y perspectivas, y una tercera actividad en forma de escenario lúdico a partir del relato “El Guiso fantasmagórico”.

1. Antecedentes teóricos

Los problemas en el aprendizaje de las ciencias, característicos de la educación científica pos carrera espacial, ampliamente estudiados hacia la década de 1980 y producto entre otras cuestiones del eficientismo, inductivismo, paidocentrismo y transmisividad, hicieron dirigir el interés de la investigación didáctica hacia la enseñanza, y en su principal actor: el profesor. Desde ahí, numerosos estudios se han preocupado por diferentes aspectos del pensamiento del profesor, entre ellos las concepciones, actitudes, visiones, prácticas, modelos didácticos, ya que su actuación “se encuentra en gran medida condicionada por su pensamiento y este es una construcción subjetiva e idiosincrática elaborada a lo largo de su historia personal” (VALCÁRCEL, SÁNCHEZ, 2000 p. 560). Esto configura la actuación docente conforme a las situaciones, contextos y circunstancias vivenciadas, consciente e inconscientemente, en un proceso que no termina y que genera concepciones con carácter “provisorio, tentativo, progresivo y sistémico” (ASTUDILLO, RIVAROSA, ORTÍZ, 2010 p. 183).

Esto ha devenido en que múltiples investigaciones en la Didáctica de las Ciencias, desde una de sus líneas de investigación denominada *formación del profesorado* (GARCÍA, 2009), adviertan la necesidad de un desarrollo profesional que supera la mirada del profesor que se capacita y perfecciona para aplicar y explicar contenidos de la teoría, hacia una mirada en la que es un sujeto reflexivo que

se evalúa, piensa y hace, que es capaz de tomar decisiones sobre su experiencia. Esta movilización se muestra en la figura 1, donde se relevan cuatro grandes focos de la formación continua del profesorado propuestas por VALCÁRCEL, SÁNCHEZ (2000), y algunos trabajos desarrollados en torno a ellas junto a sus principales aportes, analizados en GARCÍA (2009) y esquematizados en SISO (2016), con nuevas revisiones en el ámbito latinoamericano.

a. La naturaleza de la ciencia y tecnología como referente metateórico en la formación continua del profesorado

La investigación acerca de la formación del profesorado, prolífica en la actualidad, da cuenta de la variedad de aproximaciones a modelos de formación profesional para docentes de ciencias, desarrollados a la luz del constructivismo como marco teórico mayoritario. Uno de los puntos de partida es la reflexión, entendida como un proceso metacognitivo que implica contextos, procesos, actitudes y contenidos, los cuales le brindan al profesor una nueva comprensión a partir del cuestionamiento teórico de las propias concepciones y acciones que se han legitimado (CANDELA, 2018; CUÉLLAR, 2010) y del análisis de las concepciones, roles, conocimientos, actitudes y conducta de los profesores en la construcción de nuevos conocimientos. Por ello, la revisión de esas concepciones o ideas preexistentes, en relación a la ciencia que se enseña, se convierte en objeto de reflexión metateórica y metodológica en las propuestas recientes de formación que consideran como núcleos problematizadores la visión de ciencia como dogma, la ausencia tanto de relaciones CTS, como también de una dimensión humana de la ciencia (ASTUDILLO, RIVAROSA, ORTIZ, 2010; SISO, 2016; CUÉLLAR, 2010; FERNÁNDEZ, 2000; FERNÁNDEZ *et al.*, 2002; IZQUIERDO, 2000; IZQUIERDO *et al.*, 2016; ORDÓÑEZ, 2003).

Esta reflexión metateórica es posible desde la incorporación de un conjunto de contenidos metacientíficos

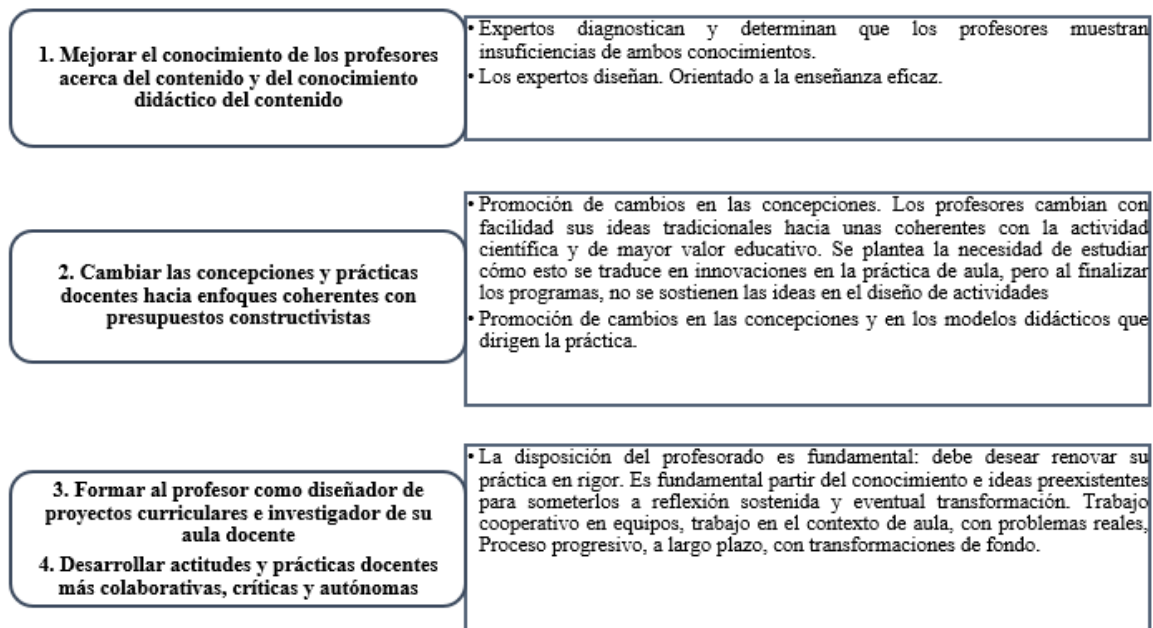


Figura 1. Cuatro metas de la formación para el profesorado en ejercicio.

Fuente: Siso, 2016.

que invitan a saber sobre las ciencias y la tecnología: qué son y cómo se elaboran, qué características las diferencian de otras producciones humanas, cómo cambian en el tiempo, cómo impactan y se dejan influenciar a su vez por la sociedad y la cultura, permitiendo la perspectiva de ciencia y tecnología como construcción del hombre en un espacio y tiempo determinados, impregnados ética, psicológica, filosófica y hasta económicamente para el momento de su desarrollo. Todo esto, entendido como aspectos epistémicos de la naturaleza de la ciencia y tecnología como conjunto de contenidos metacientíficos (figura 2) que, al ser revisados y reflexionados por el profesorado de ciencias desde sus propias concepciones en trayectos formativos, favorecerían la superación de algunas visiones deformadas de la ciencia en las que se incurre con la enseñanza tradicional.

Por ello, los espacios longitudinales de formación continua del profesorado se convierten en potenciales oportunidades de aprendizaje en las que el docente no solo pueda advertir posibilidades teóricas y metodológicas para enseñar contenidos de NdCyT, sino también y como se reporta a continuación,

favorezca la revisión de las concepciones meta-teóricas en un trabajo compartido, con carácter individual y colectivo en este caso de los aspectos epistémicos: observación, interpretación, creatividad e imaginación. Lo anterior, señalado como algo poco frecuente en los espacios de formación inicial (COFRÉ *et al.*, 2010) y en aquellos de formación continua del profesorado en Chile, donde predomina una visión técnico-racional por sobre el pensamiento reflexivo docente (CUÉLLAR, 2010).

2. Metodología

El estudio se abordó desde un diseño cualitativo de carácter interpretativo-fenomenológico, desde una perspectiva interaccionista fundamentada en que las personas actúan conforme a los significados que para ellas tienen las cosas. Los significados son manejados o modificados por medio de un proceso interpretativo en el que estos subyacen en formas de teorías subjetivas que son posibles de reconstruir (ÁLVAREZ-GAYOU, 2009; DEZIN, LINCOLN, 2012; FLICK, 2004).

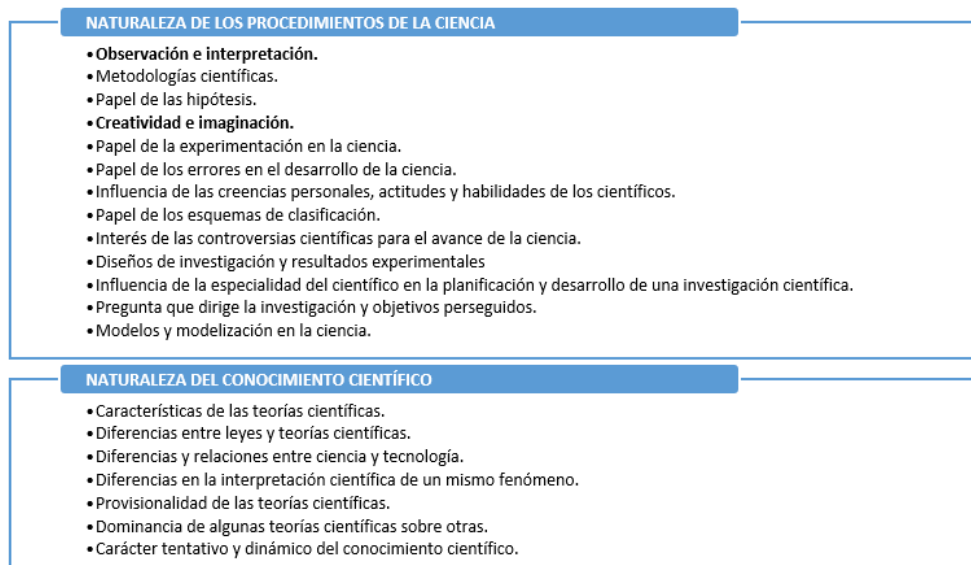


Figura 2. Aspectos epistémicos.

Fuente: ACEVEDO, GARCÍA, ARAGÓN, 2017.

a. Escenario y sujetos de investigación

Como escenario, se tuvo el itinerario de formación docente “La naturaleza de la ciencia y tecnología en la enseñanza de la química”, desarrollado en el marco de una investigación educativa al que asistieron los profesores participantes durante 20 sesiones de trabajo, realizadas en la Facultad de Educación de la Universidad Católica de la Santísima Concepción. Los profesores de química fueron invitados a formar parte del estudio, según criterios de homogeneidad, heterogeneidad, inclusión y exclusión como parte de un *muestreo completo* que “delimita la totalidad de casos posibles de manera que todos se pueden integrar en el estudio” (FLICK, 2004 p. 77), apelando a su voluntariedad y disponibilidad como parte de las *razones instrumentales* (SIMONS, 2011), quedando cuatro profesores. Estos participantes se identificaron en la investigación a través de los nomencladores VR, RG, ME, NA.

b. Proceso de análisis

La información producida se recuperó a partir de dos papeles de trabajo (PT), codificados como PT4.1

y PT4.2. y desarrollados por cada participante, y de la transcripción de videograbación de la sesión de trabajo a la que todos asistieron. Para la transcripción se adoptaron las instrucciones de POLAND (2002, citado en RAPLEY, 2014) y su análisis se adelantó con apoyo del *software NVivo12*.

Se trabajaron dos tipos de análisis: uno, en un nivel descriptivo como aproximación a lo emergido en el reconocimiento de los aspectos epistémicos; otro, en un nivel de mayor interpretación. Se identificaron los temas mediante estrategias de análisis temático, y a partir de algunas orientaciones de BRAUN, CLARKE (2006); estos emergen desde las propias voces y expresiones orales y escritas de los participantes y se caracterizan por capturar lo relevante sobre los datos en relación con los propósitos de investigación.

El procedimiento seguido consistió en la lectura de cada unidad de análisis (papeles de trabajo, transcripción de la sesión), posteriormente se codificaron características interesantes de los datos de forma sistemática en todo el conjunto de datos, recopilando datos relevantes para cada código. De esta forma, se procedió a la búsqueda de temas a partir de la recopilación de códigos potenciales y se reunieron todos los datos relevantes para cada uno

de ellos, cuestión que de forma recursiva se revisó para verificar si estos temas se satisfacían en relación con los extractos codificados y el conjunto de datos. Así, se identificaron tres bloques temáticos en los que incidió la reflexión a partir de las discusiones: 1) concepción de ciencia y tecnología, 2) enseñanza de las ciencias y 3) valoración de la sesión; y cada uno de ellos se asoció a las subtemáticas correspondientes.

De esta forma, se generó un mapa temático a partir de aquellos bloques o grandes temas y sus correspondientes subtemas o apartados que, a través de los aspectos epistémicos trabajados como objeto de reflexión, se identificaron en el discurso de los profesores y que se presenta más adelante (figura 6).

c. La propuesta de actividades

Ante los interrogantes acerca de la NdCyT con valor educativo para la formación de profesores (CAAMAÑO, 2011; IZQUIERDO *et al.*, 2016), y asumiendo sus tres modalidades ampliamente difundidas en la literatura (MARÍN, BENARROCH, NÍAZ, 2011), surgen también cuestiones en cuanto a si el abordaje de estos contenidos metacientíficos en la enseñanza debe realizarse de forma implícita o explícita y reflexiva (VÁZQUEZ, MANASSERO, 2012). De esta manera, la enseñanza de estos contenidos se complejiza en relación a la disposición de materiales que promuevan aprendizajes en torno a ellos. A través de los escenarios lúdicos es posible comprender la percepción humana, limitaciones y sesgos, con la finalidad de abordar el binomio objetividad/subjetividad y con ello relevar a las teorías en el proceso de la observación, así como la necesidad de reducción de sesgos a partir de la instrumentación tecnocientífica (VÁZQUEZ, MANASSERO, 2017).

La propuesta de actividades para promover la reflexión docente sobre las propias concepciones de ciencia y tecnología, y la generación del conocimiento científico se centraron en el uso de imágenes y relatos que plantean el desafío de la observación, interpretación, juegos de perspectiva como aspectos epistémicos. La experiencia consistió en el desarrollo y discusión de cuatro actividades distribuidas en dos

papeles de trabajo (PT 4.1 y PT 4.2), y se estructuró como muestra la figura 3.

A continuación se explica brevemente cada actividad:

- *Actividad 1.* Observación e interpretación de imágenes. Se solicitó a los profesores que describieran en el recuadro correspondiente lo que observaban con relación a dos imágenes (figura 4). Luego, se les invitó a poner en común sus observaciones, evitando hacer juicios y aceptando como válidas todas las ideas, destacando la importancia de la carga teórica en la interpretación.
- *Actividad 2.* Responder a interrogantes. Una mayor especificidad en los interrogantes planteados presentó un desafío mayor en la toma de decisiones. Dos imágenes de la actividad (C y D) se proponen como escenarios lúdicos (VÁZQUEZ, MANASSERO, 2017) para cuestionar la percepción humana y la objetividad en las observaciones (figura 4). Se solicitó a los profesores escribir una respuesta ante las siguientes preguntas, respectivamente: “¿El punto situado en el interior del triángulo de la derecha está más cercano al vértice superior o a la base? Argumente”, y “¿Cuántas escaleras diferentes puede ver en la figura? Argumente”. Posteriormente, se hizo una puesta en común en la que los participantes idearon formas de comprobar sus respuestas ante los sesgos perceptivos.
- *Actividad 3.* Lectura de texto con interrogantes asociadas. Se desarrolló una lectura acerca de la primera aparición de los marcadores radiactivos en la historia de la ciencia, acompañada del desarrollo de respuestas a cuatro interrogantes, tomados y modificados de la propuesta original. Seguidamente, se discutió entre pares.
- *Actividad 4.* Aportes de la revisión teórico-reflexiva. Se instó a los participantes a escribir aquellas ideas nuevas que han sido discutidas, y lo que rescatan como valioso de la sesión desarrollada. Lo anterior con la finalidad de producir información desde sus experiencias durante el trabajo desarrollado.

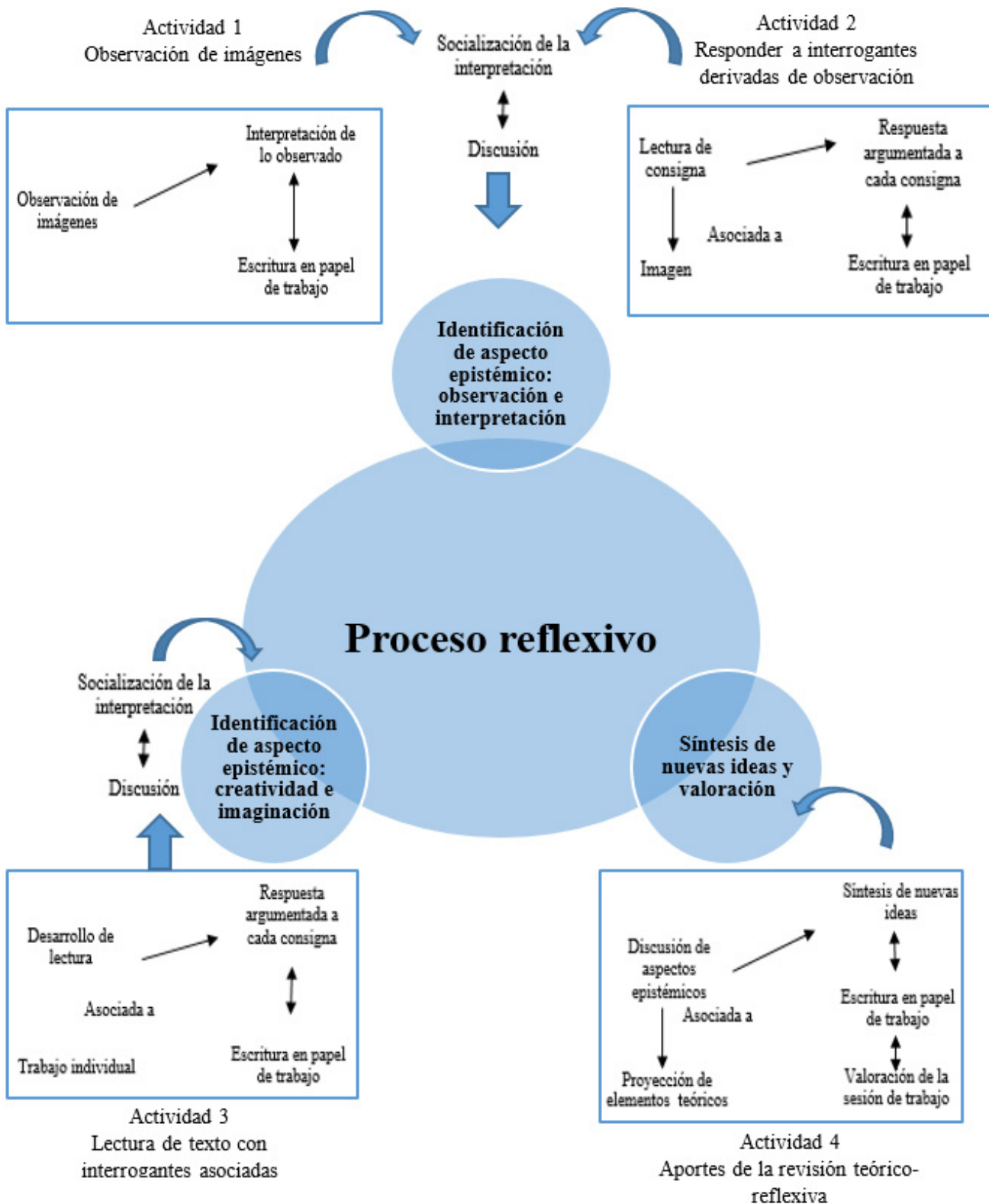


Figura 3. Estructura de la experiencia de aprendizaje.

Fuente: elaboración propia.

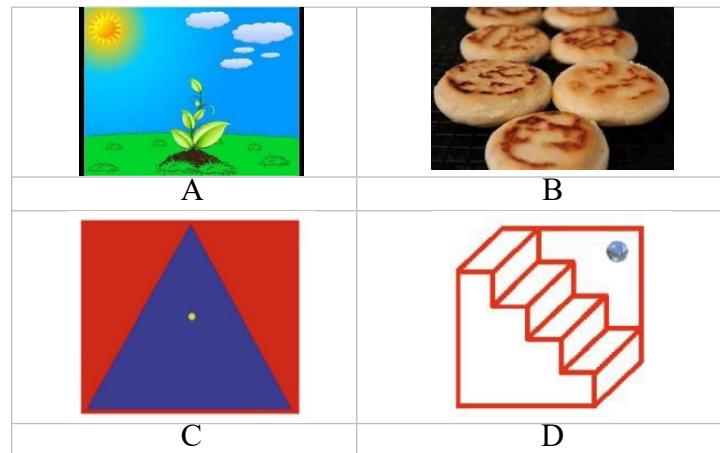


Figura 4. Imágenes propuestas para discutir la influencia de la carga teórica en las observaciones, la percepción y la necesidad de utilización de instrumentos de medida.

Fuente: VÁZQUEZ, MANASSERO, 2017.

3. Resultados

Los resultados a continuación se presentan en dos niveles: a) preliminarmente, haciendo una aproximación a las respuestas de los profesores a las actividades particulares en los papeles de trabajo PT4.1 y PT4.2, rescatando lo relevante emergido en la puesta en común de cada una de ellas; relacionado con el primer propósito de la experiencia de aprendizaje. b) En consonancia con el segundo propósito, se presentan los temas por bloques de inclusividad descendente, en relación con las producciones de los participantes y a la transcripción de las intervenciones videograbadas en la sesión de trabajo.

a. Nivel 1. Reconocimiento de la existencia de aspectos epistémicos relacionados con la ciencia y la tecnología

A partir de sus respuestas en el papel de trabajo, los profesores participantes desarrollaron dos tipos de aproximaciones frente a las imágenes A y B, algunas de tipo interpretativo, en las que daban sentido a la imagen estableciendo atributos, y otras de carácter descriptivo, en las que se listaban elementos visualizados (tabla 2).

Tras la puesta en común de sus respuestas, los participantes reconocieron la diversidad y divergencia de ellas; así, se evidenció que la observación y la interpretación son subjetivas y guardan relación con las ideas previas, carga teórica de quien observa, y que generalmente la interpretación sucede a la observación. Caso relevante y que permitió una mayor discusión es el de la imagen B (figura 4), en el que todos los participantes identificaron un producto de bollería ampliamente consumido en Chile (pan), atribuyéndole características como *amasado*, *tostado*, siendo que la fotografía corresponde a un producto elaborado con harina de maíz, muy popular y propio de las culturas venezolana y colombiana (arepas) y planteado intencionalmente para generar la problematización en torno a estos aspectos epistémicos. La discusión se extrapoló a la observación e interpretación como aspectos desde los que se genera conocimiento, relevando la importancia de las ideas previas o preconcepciones que se tienen acerca del estímulo visual y que permite tomar posturas frente a los fenómenos.

En la actividad 2, se continuó con la discusión acerca de los mismos aspectos epistémicos, sobre la observación de imágenes en las que debía responderse de forma específica a un interrogante relacionado con lo observado. La puesta en común de las respuestas permitió a los profesores identificar

Tabla 2. Respuestas de los profesores participantes a la actividad 1.

<u>Imagen</u>	<u>Carácter interpretativo</u>	<u>Carácter descriptivo</u>
A	<u>Día soleado (VR)</u> una representación de una planta (vegetal), Pasto, sol y nubes. Día soleado.	<u>Enumeración de elementos observados</u> Cielo Suelo nubes Planta tierra Pasto (RG)
	<u>Día parcial (ME)</u> Una planta sobre el cuspel en un día parcial	Paisaje con un sol, nubes claras, planta, suelo. (NA)
B	<u>Características del Pan Horneado (VR)</u> Fotografía de pan horneado.	<u>Enumeración de elementos observados</u> Pan amasado Tostado en le arullo Redondo fondo negro (RG)
	Tostado Parrilla con panes tostados. (NA)	Bases a la panilla (ME)
	<u>Amasado/Tostado</u> Pan amasado Tostado en le arullo Redondo fondo negro (RG)	

Fuente: elaboración propia.

nuevamente divergencias en estas (tabla 2), e incluso su cuestionamiento con preguntas del tipo “¿Pero por qué dices que cercano a la base?”; o “¿Dónde ven tantas escaleras?”.

Ante estos contrastes, se generó la inquietud por establecer acuerdos y realizar comprobaciones, lo que de forma espontánea llevó a los participantes a proponer una “estrategia” de abordaje para consensuar una respuesta relacionada con la imagen C (figura 4): intentar medir, con lo que tuvieran a disposición, la distancia del punto a los vértices identificados como opción. En este sentido, una de las reflexiones se centró en a que la utilización de técnicas y tecnologías es un aspecto crucial en el establecimiento de consensos para evitar el sesgo de las interpretaciones y percepciones producto de

una observación nada objetiva, cuestión relevante en el tratamiento de los aspectos epistémicos.

En cuanto a la actividad 3, tras el trabajo individual de lectura del relato “El guiso fantasmagórico”, de Agustín Adúriz-Bravo, y desarrollo de respuestas a interrogantes asociadas por cada participante, emergieron los siguientes ejes temáticos:

- Exaltación del carácter racional del conocimiento científico: respuestas orientadas a Invención en lugar de descubrimiento.
- Innovación de carácter tecnológico con visión de la tecnología como subsidiaria de la ciencia.
- Reconstrucción abductiva: sorpresa de los huéspedes, enfado y posible toma de medidas en contra de la patrona de la historia.

- El conocimiento científico se aplica en la búsqueda de soluciones a problemas reales.

Por último, en relación con la actividad 4, como síntesis de ideas nuevas, se identificaron las siguientes en tres ámbitos o ejes temáticos diferenciados:

- El conocimiento científico tiene naturaleza subjetiva y por tanto, la observación que ha sido históricamente relevante en el proceso de configuración de este conocimiento comienza a verse comprometida desde los procesos interpretativos asociados a las ideas previas o conocimientos que se tienen al observar, a una “carga teórica, ideas o conceptos que uno tiene, que uno utiliza para aplicarlos y resolver un problema determinado” (PT4.2RG), lo que promueve una “necesidad de consensuar 'miradas' en la interpretación de los fenómenos naturales” (PT4.2ME).
- El conocimiento científico es una construcción humana donde intervienen el contexto histórico y las vivencias personales. Es relevante saber cómo las circunstancias que llevaron a la generación de conocimiento a través de la historia, donde se evidencia que “la creatividad y el ingenio son herramientas poderosas en la generación de ciencia y tecnología” (PT4.2ME). La ciencia y la tecnología surgen en el seno de discusiones, revisiones, evaluaciones de enunciados a la luz de “la necesidad de métodos, técnicas y procedimientos consensuados en ciencia” (PT4.2VR).
- La ciencia y la tecnología guardan “una estrecha relación (de acuerdo con el relato 'guiso

fantasmagórico’), en el cual se evidencia la naturaleza científica-tecnológica del conocimiento que enseñamos” (PT4.2VR) y es que ambas se caracterizan por surgir de la necesidad de resolver problemas. Para los profesores, esta idea novedosa es “muy importante ya que me permite aplicar los conocimientos (en el aula)” (PT4.2RG). Por lo que identificarla ha sido directamente asociado a su enseñabilidad.

Las cuatro actividades permitieron, durante y posterior a sus respectivos debates, desarrollar procesos reflexivos sobre aspectos epistémicos de naturaleza de la ciencia y tecnología.

b. Nivel 2. Reflexiones acerca de la observación, interpretación, creatividad e imaginación como aspectos de NdCyT

Tras analizar la transcripción de la videograbación de la sesión de trabajo en conjunto con los papeles de trabajo de cada profesor participante (PT4.1 y PT4.2), se identificaron tres bloques temáticos de amplia inclusividad como categorías de máximo nivel, en torno a los que se desarrollaron las discusiones: *Concepción de ciencia y tecnología, Enseñanza de la ciencia y Valoración de la sesión*. En cada bloque temático, se agruparon subtemas centrales o categorías genéricas, como se muestra en la figura 5. La descripción de todo el sistema generado se presenta de forma fragmentada por bloque temático con el detalle de categorías más específicas, a continuación.

Tabla 3. Respuestas de los profesores participantes a la actividad 2.

Imagen C: “¿El punto situado en el interior del triángulo de la derecha está más cercano al vértice superior o a la base?”	Imagen D: “¿Cuántas escaleras diferentes puede ver en la figura? Argumente!”
Cercano al vértice superior (VR), (RG)	1 con 4 peldaños (NA)
Cercano a la base (ME)	3 (VR) (RG)
Equidistante (con rectificación) (NA)	1 y 2 figuras escalonadas (ME)

Fuente: elaboración propia.

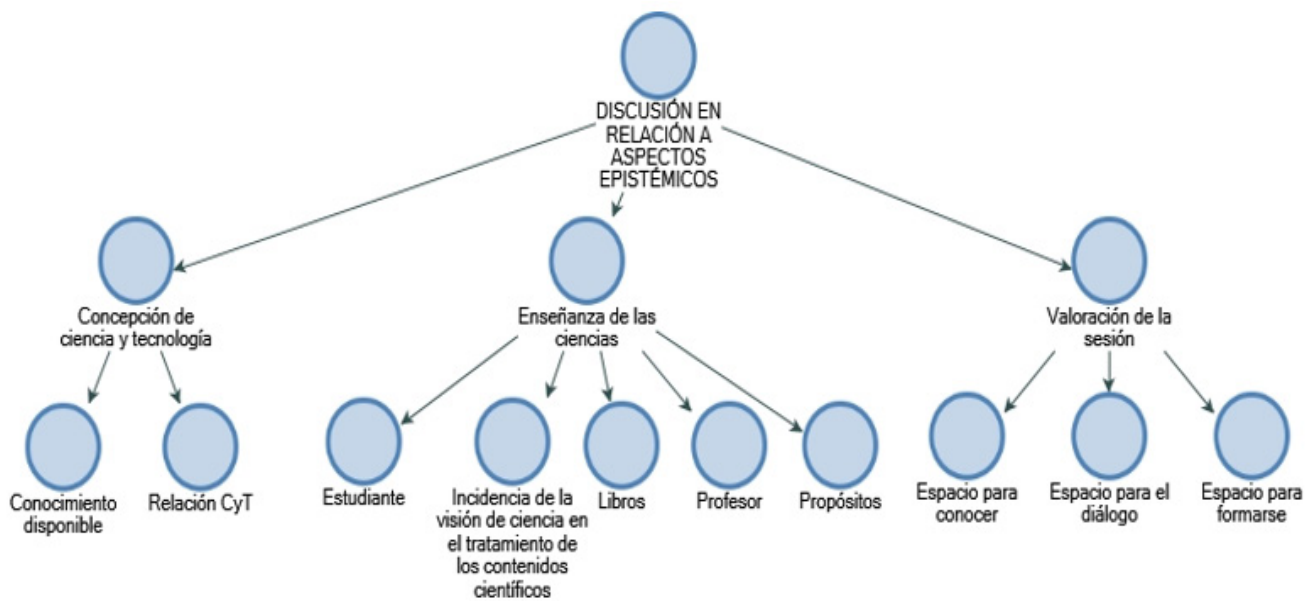


Figura 5. Bloques temáticos promovidos por la discusión durante la sesión de trabajo.

Fuente: elaboración propia.

En adelante, se mostrará cada bloque temático con un detalle de las reflexiones asociadas en sus correspondientes apartados subtemáticos.

- *Bloque temático 1. Concepción de ciencia y tecnología.* Este bloque agrupa aquellas intervenciones de los participantes en las que se hace alusión al cuestionamiento de referentes de ciencia y tecnología durante la sesión de trabajo. Por tanto, los dos apartados centrales en los que incide la reflexión son la ciencia y la tecnología como *conocimiento disponible*, y la *relación entre la ciencia y tecnología* (figura 6).

- i) Apartado 1. Conocimiento disponible. Esta categoría amplia alberga aquellas intervenciones asociadas con la ciencia y tecnología como conjunto de modelos desde los cuales las personas observan e interpretan, dan explicación a los fenómenos, y desde una postura crítica, se convierte en objeto de consumo en lugar de discusión, en tanto se ha generalizado como objetivo, verdadero; como visión de

ciencia socialmente instalada (CHALMERS, 2010), misma que se intenta cuestionar desde la experiencia de aprendizaje. En relación con este apartado subtemático, los profesores manifestaron sus ideas respecto de cuatro aspectos asociados al conocimiento: *carácter situado*, *carácter subjetivo*, *génesis* y *uso*.

En relación con el **carácter situado**, se identificaron dos temáticas centrales: el conocimiento adquiere valor de acuerdo con el momento histórico y la ciencia como saber construido para resolver dilemas relevantes en un contexto o época

Realmente es importante conocer más estas historias de cómo se ha ido desarrollando el conocimiento científico. (...) es bastante enriquecedor, algo que uno pudiera tomar incluso como una anécdota, algo que pudo ser jocoso en aquel momento, (...) ya uno empieza con otra mirada porque la radiactividad a mí nunca me había interesado a menos que hay unos ejercicios que son tan entretenidos, pero así como tema, la radioactividad siempre la he visto tan lejana. (S4-NA)

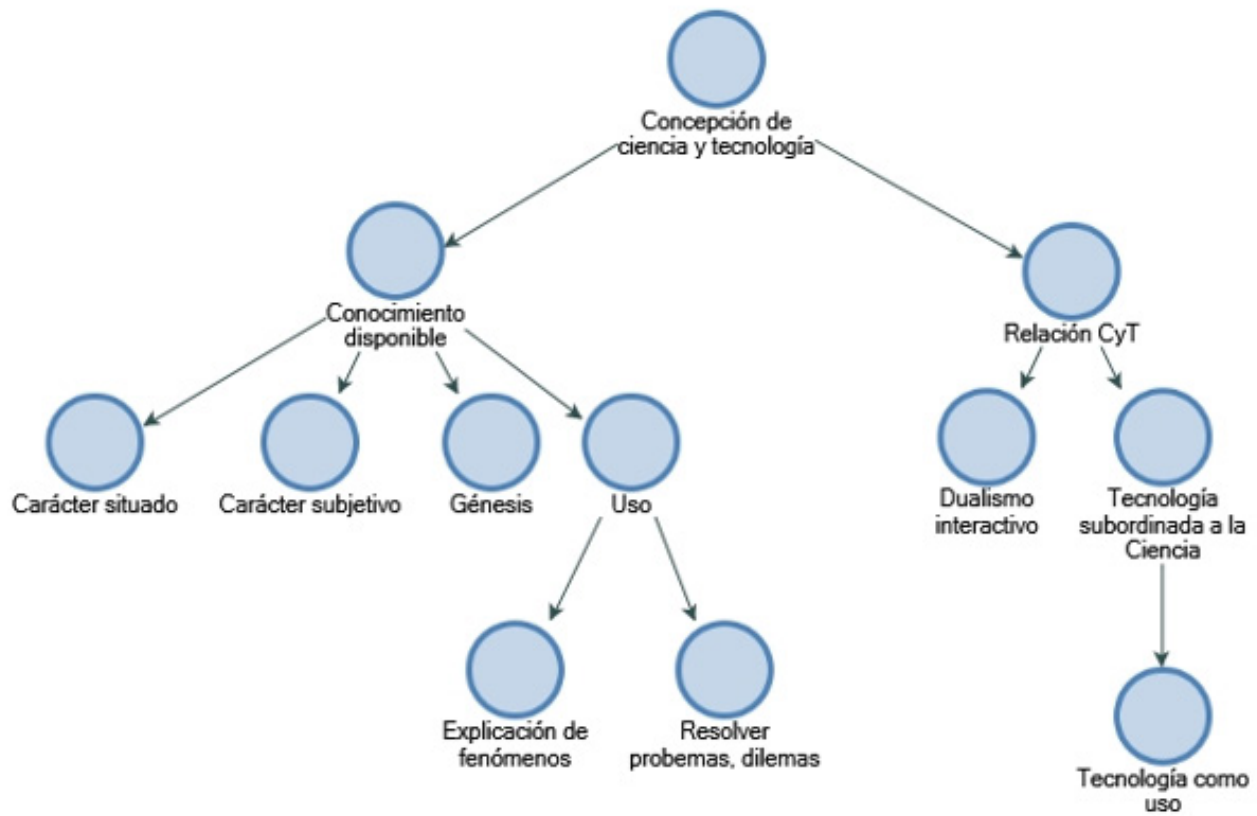


Figura 6. Temáticas relacionadas con la concepción de ciencia y tecnología, emergentes al discutir sobre los aspectos epistémicos.

Fuente: elaboración propia.

Es relevante cómo en estas discusiones, la profesora se aproxima retrospectivamente a una valoración del conocimiento conceptual de **radioactividad** asociada a ejercicios de lápiz y papel, reconociendo plenamente la ausencia de un contexto histórico para la resolución de una situación que aquejaba al científico, y que desde ahí se generó un conocimiento hoy valioso, pero lejano para ella como docente.

En cuanto al *carácter subjetivo* del conocimiento, los profesores manifestaron que la percepción debe ser considerada para interpretar el mundo y sus fenómenos, ya que las personas interpretan y observan de acuerdo con la carga teórica, entendidas estas como ideas o conceptos que se utilizan en la resolución de problemas. Asimismo, emergió que la incertidumbre en ciencia promueve la investigación y superación

metodológica, tal y como fue manifestado por uno de los participantes

La gracia justamente es que la ciencia no se cumpla (para todos los casos) para que se pueda seguir investigando, para buscar nuevos métodos. (S4-VR)

Considerando también la necesidad de acuerdos para superar la subjetividad, los profesores manifestaron que, ante los procesos de observación, interpretación, creatividad e imaginación, los consensos son necesarios en el seno de las comunidades científicas para reducir la relatividad en la configuración del conocimiento. Esto guarda relación con el carácter subjetivo de la ciencia que la aleja de la visión socialmente instalada o divulgada.

Tenemos que cultivar consenso y en la medida que, si nuestra visión no tiene instalado la medición, podemos ayudarnos con instrumentos externos que nos ayuden a tener consenso más unificado. (S4-ME)

Como tercer aspecto, respecto de la *génesis* de este conocimiento, destacan las subtemáticas más específicas orientadas a diferenciar invención de creación, ya que los procesos de invención asociados al uso de un conocimiento que se tiene sobre un fenómeno, difieren de *inventar* el fenómeno en sí mismo –uso del conocimiento radiactividad en un contexto difiere de *inventar* la radiactividad–, así como la necesidad de técnicas, procedimientos, evidencias, datos para decidir como una base de contraste que permite generar conocimiento nuevo. Asimismo, se identificó, como temática, que la ciencia y la tecnología surgen de la necesidad que tienen las personas de resolver problemas. En una línea similar, la *génesis* de conocimiento se asocia a procesos que ofrecen resistencia en una perspectiva evolutiva de mejoramiento o ampliación de poder explicativo.

En cuanto al *uso*, se identificaron un par de subtemas en los que claramente se percibe un fin utilitario: *explicar fenómenos* desde los conocimientos disponibles que se consumen y se perciben como indiscutibles, lo que en el seno de las discusiones se reconoció que son necesarias teorías con gran poder explicativo de los fenómenos.

[...] si los científicos están estudiando algo, probablemente todo lo que se ha hecho a esa situación la van a forzar incluso a entrar en un modelo. (S4-VR)

En segunda instancia, se identificó el uso asociado a la resolución de problemas y dilemas, vía aplicación de un conocimiento para comprobar una hipótesis, a la necesidad particular de solucionar problemas.

- ii) Relación CyT. Es un subtema reducido que permitió identificar una concepción utilitaria y práctica de la tecnología, ya que los participantes de forma general la han caracterizado como auxiliar de la ciencia, para superar discusiones científicas. Al respecto se identificaron dos aspectos: uno de dualismo interactivo y otro de tecnología subordinada a la ciencia, en la cual predomina un rol utilitario clásico (NIINILUOTO, 1997).

En cuanto al dualismo, uno de los participantes desarrolló un esquema en su papel de trabajo (figura 7), relacionado con el contexto de innovación. En la figura 7, el participante permite identificar a ambos tipos de conocimiento como entidades definidas y con fines propios, igualmente relevantes y que son aditivas integrando un todo. Sin embargo, el conocimiento científico se ve asociado a un contexto de descubrimiento, de develación de propiedades –fenómenos– en lugar de interpretación, lo que deviene en desarrollos teóricos; mientras que el

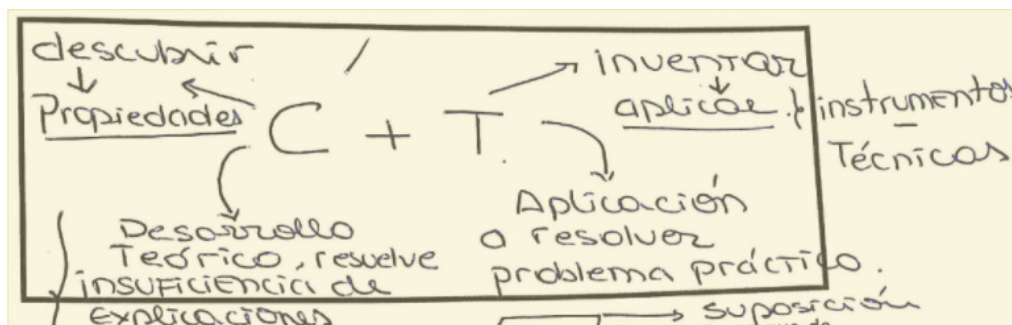


Figura 7. Dualidad interactiva-relaciones CyT. (PT4.1VR).

Fuente: elaboración propia.

conocimiento tecnológico se asocia a un contexto de invención-aplicación de instrumentos y técnicas para la resolución de problemas exclusivamente prácticos.

Por otra parte, en las discusiones también emergió que la aplicación del conocimiento científico es el origen de una innovación tecnológica. Así, la tecnología sería un conocimiento derivado de la ciencia que, no obstante, le es auxiliar ya que se asocia con el uso del conocimiento para resolver problemas, por lo que la invención queda relacionada a la utilización del conocimiento –científico, en todo caso– y la tecnología ayuda a la ciencia tanto en el avance como en la superación de discusiones científicas.

- *Bloque temático 2. Enseñanza de las Ciencias.* Aquí, se engloban las intervenciones de los participantes al discutir sobre los aspectos epistémicos, asociadas a la enseñanza de los contenidos científicos. Resulta interesante este bloque temático, por cuanto ninguna de las actividades propuso a los participantes mirar en su profesionalidad. Sin embargo, desde una

perspectiva didáctica predominó como categoría Enseñanza de las Ciencias, en la que no se observaron temáticas asociadas a procesos de aprendizaje de las ciencias y a la evaluación de estos procesos. Los profesores, al discutir sobre la observación, interpretación, creatividad e imaginación como aspectos epistémicos, elaboraron en paralelo temáticas específicas sobre el proceso de enseñanza de los contenidos científicos/químicos, a su vez disociados de un componente tecnológico. En ellas se plantea metodológicamente a la enseñanza como consecuencia en sí misma de una visión de ciencia y como eje aglutinante de actores, materiales y propósitos, que son los apartados asociados a este bloque temático (figura 8).

En principio, la figura permite visualizar un par de temáticas inclusivas en relación con lo que los participantes señalan sobre su propio rol de profesores al discutir acerca de los aspectos epistémicos propuestos, evidenciándose un marcado énfasis en la enseñanza de las ciencias –y sus actores— por encima del aprendizaje y la evaluación de las ciencias.

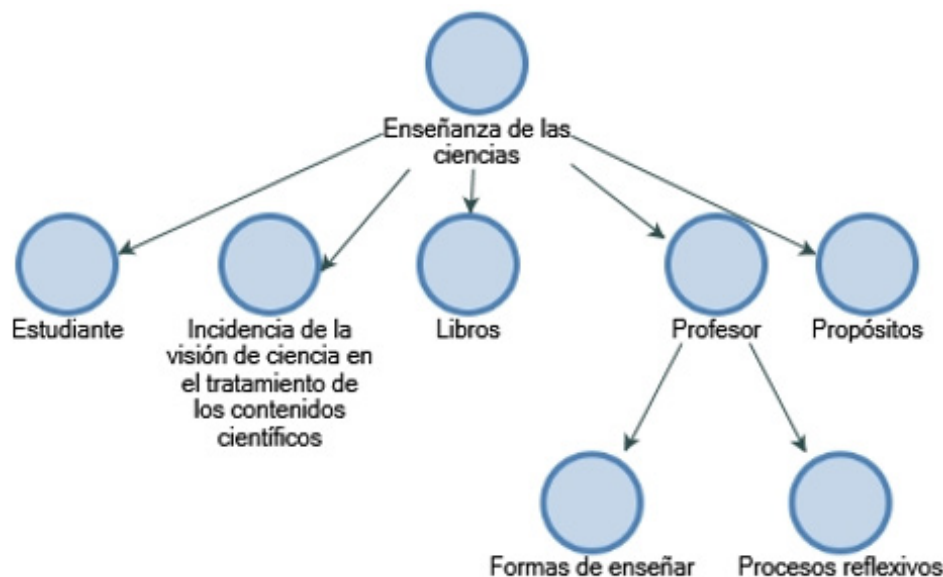


Figura 8. Temáticas relacionadas con la Enseñanza de las Ciencias, emergentes al reflexionar sobre los aspectos epistémicos.

Fuente: elaboración propia.

- iii) Apartado 1. El estudiante. Como uno de los actores del proceso, los profesores reconocen la necesidad de que exterioricen sus conocimientos previos en cuanto a una temática, como fundamento para una enseñanza de los contenidos que permita construir conocimiento científico escolar en lugar de consumirlo acríticamente.

[...] si uno no les pregunta lo que piensan o lo que creen que va a pasar en realidad no están participando y uno pierde como el espacio donde ellos podrían dar su idea de lo que va a pasar... porque la ciencia los aplasta todo el tiempo. (S4-VR)

Sin embargo, cuestionan lo que tiende a suceder en la sala, aun al manifestar la relevancia de estos conocimientos desde una postura constructivista, pues, según reconocen, “le hemos dado el mundo así” (S4-RG), y además que la formación científica escolar incide en la forma de ver la ciencia. Esto puede asociarse a una perspectiva de ciencia desde la exactitud, rapidez de resultados, de ausencia de esfuerzos en la actividad científica, promovida por la formación científica escolar básica.

[...] a los niños les enseñamos algo que ya está listo y no dejamos que [...] utilicen su creatividad [...] tú vas a enseñar una reacción química –y dices– “¿ya pa’ qué?, estos son los reactantes, estos son los productos”, pero no dejamos que los niños (manifiesten) que es lo que entienden ellos por una reacción. (S4-RG)

Otro aspecto relevante emergido en las discusiones es la asociación de la ausencia de motivación e interés por parte del estudiante a la enseñanza de cuestiones que se asumen como verdad por parte de quien enseña,

[Reconociendo una] diferencia de que uno por ejemplo, lo guíe y que el niño por sí solo se vaya interesando y curioseando, y vaya logrando

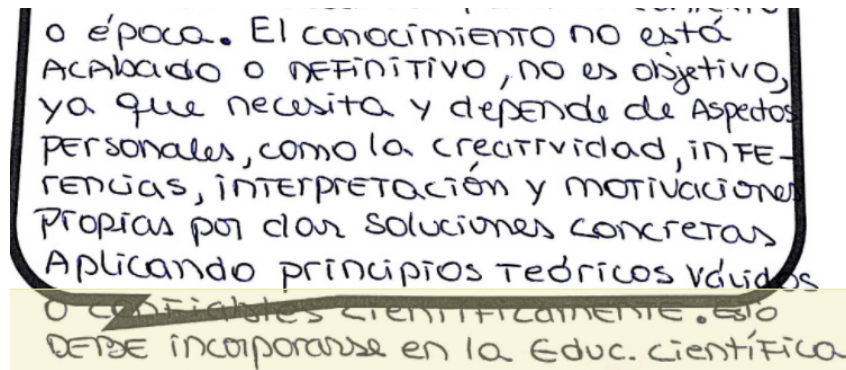
llegarle por sí solo lo que nosotros queremos” (S4-NA).

- iv) Apartado 2. Incidencia de la visión de ciencia en el tratamiento de los contenidos científicos. A esta temática se asocian intervenciones de los profesores relacionadas con su profesión, a su hacer docente y a cómo sus propias concepciones pueden influir en la enseñanza de los contenidos científicos. Al respecto, uno de los códigos *in vivo* ha sido: “toma, consume ahí la química”, como una analogía de acción docente identificada como común en la enseñanza, y que se asocia también a las temáticas específicas identificadas como *ciencia impuesta*, *ciencia como verdad*, *ausencia de incertidumbre*, lo que ha favorecido la tendencia a su vez de lo que los participantes han denominado *fe en la química*

[...] como algo que ya está determinado y que es así, que no va a sufrir cambio, algo establecido como un hecho, como una verdad. (S4-NA)

De forma crítica, los profesores manifestaron que, en el aula, a propósito del escaso cuestionamiento teórico y metateórico, se promueve una forma de desarrollar los contenidos que redundan en un desacierto en asumir que todo está hecho –refiriéndose a la visión promovida en el estudiante como conocimiento científico– y en alusión a que generalmente se enseña que *los principios siempre se cumplen y no hay espacio para la incertidumbre*. Por ello, advierten como necesaria una revisión y aplicación de esta concepción a la educación científica (figura 9).

- v) Apartado 3. Libros. Se ha identificado como temática emergente sobre la que incide la discusión, ya que los profesores insisten en que este material de habitual apoyo para la enseñanza de los contenidos científicos, *debería promover en el estudiante el construir conocimiento en lugar de consumir*.



o época. El conocimiento no está Acabado o definitivo, no es objetivo, ya que necesita y depende de Aspectos personales, como la creatividad, INFERENCIAS, INTERPRETACIÓN y MOTIVACIONES Propias por dar soluciones concretas Aplicando principios teóricos válidos o confiables científicamente. Esto DEBE incorporarse en la Educ. Científica

Figura 9. Reflexión de un participante en relación con la educación científica. (PT4.2_VR).

Fuente: elaboración propia.

Me llamaba la atención que había un estudiante, Lucas; que él me decía: "Pero ¿para qué hacemos esto, si nunca va dar lo mismo que lo que dice el libro?". (S4-VR)

Resalta el hecho de que los profesores hablan también de sus libros de estudio del pregrado, refiriéndose a ellos como "Biblia de la Química", siendo "libros gigantes con mucho contenido" de tipo teórico, como referentes ineludibles en aquellos –abundantes– casos donde el docente universitario se ausentaba de la mediación entre el libro y el estudiante. Aquí se profundiza una reflexión en el sentido de cómo el profesor debe hacerse necesario en el proceso, en el que el libro proporciona una información que debe ser mediada adecuadamente por el enseñante, centrando la reflexión al nivel de educación media en el que los profesores se desempeñan.

- vi) Apartado 4. Profesor. En este numeroso apartado temático, se identificaron dos ejes de discusión primarios que albergan dos temas más específicos en los que incidió la discusión de aspectos epistémicos de NdCyT. El primero, *formas de enseñar*, con un marcado carácter metodológico relacionado con el quehacer docente en el aula al tratar los contenidos científicos. Los profesores convergen en que son necesarios,

de una parte, el *uso de situaciones desafiantes*, y de otra, el *uso de situaciones discrepantes de los preceptos teóricos*.

En este sentido, también emergió la necesidad de promover en su práctica instancias que permitan a los estudiantes tener una *oportunidad de experimentar, observar*, cuestión que *enriquezca las actividades* que tradicionalmente se hacen en aula.

Por otra parte, el segundo tema específico guarda relación con los *procesos reflexivos* inherentes a la enseñanza. Señalaron, desde una postura crítica y reflexiva, que *el profesor debe cuestionar el contenido que enseña*, y asociarlo a que *debe actualizarse epistemológicamente* –referido al proceso que en ese momento estaban viviendo–.

Claro, efectivamente nosotros observamos, interpretamos de acuerdo a nuestra carga teórica (por tanto es) importante que estemos siempre actualizándonos que no nos quedemos allí con lo que ya tenemos. (S4-NA)

A veces los profesores tienen miedo o tienen temor muchas veces de preguntar: "¿Por qué ocurre tal o cual cosa?". Entonces, ellos se limitan simplemente a lo que ven a este experimento, [...] y lo hacen tal cual lo copian y lo pasan a los niños. (S4-RG)

vii) Apartado 5. Propósitos. También se manifestaron algunas ideas referidas a la intencionalidad tras la enseñanza de los contenidos científicos. Entre estos temas específicos, se identificaron como propósitos de la enseñanza cuatro finalidades. Una, asociada al desarrollo de las capacidades, como *predecir, anticipar, con base en las ideas previas*. Otra, relacionada con el desarrollo de pensamiento crítico *cuestionar, imaginar aplicaciones*, y por último, pero no menos relevante, relacionada con la construcción de conocimiento científico escolar o *construir carga teórica de calidad*. Estas tres finalidades o propósitos de la enseñanza se entienden desde una perspectiva didáctica, mientras que desde una óptica pedagógica, se identificó el promover la *motivación del alumno por desarrollar conocimiento científico escolar cuando participa en el proceso*.

Esto permite evidenciar que la enseñabilidad del contenido estuvo más latente que la educabilidad cuando se trabajaron los aspectos epistémicos en la sesión de trabajo.

- *Bloque temático 3. Valoración de la sesión.* En este, se identificaron tres subtemas sobre los que, desde las voces de los profesores, se rescata el aporte de la experiencia de aprendizaje, que ha sido acogida como un espacio que permitió tres cuestiones: conocer acerca de la existencia de aspectos epistémicos y su relación con los contenidos científicos que enseñan, dialogar entre pares acerca de temáticas que comúnmente no se abordan o se desconocen, y por último, su relevancia como espacio para formarse, favoreciendo el enriquecimiento profesional e inclusive, el personal. Estos tres son los apartados asociados a este aspecto temático (figura 10).

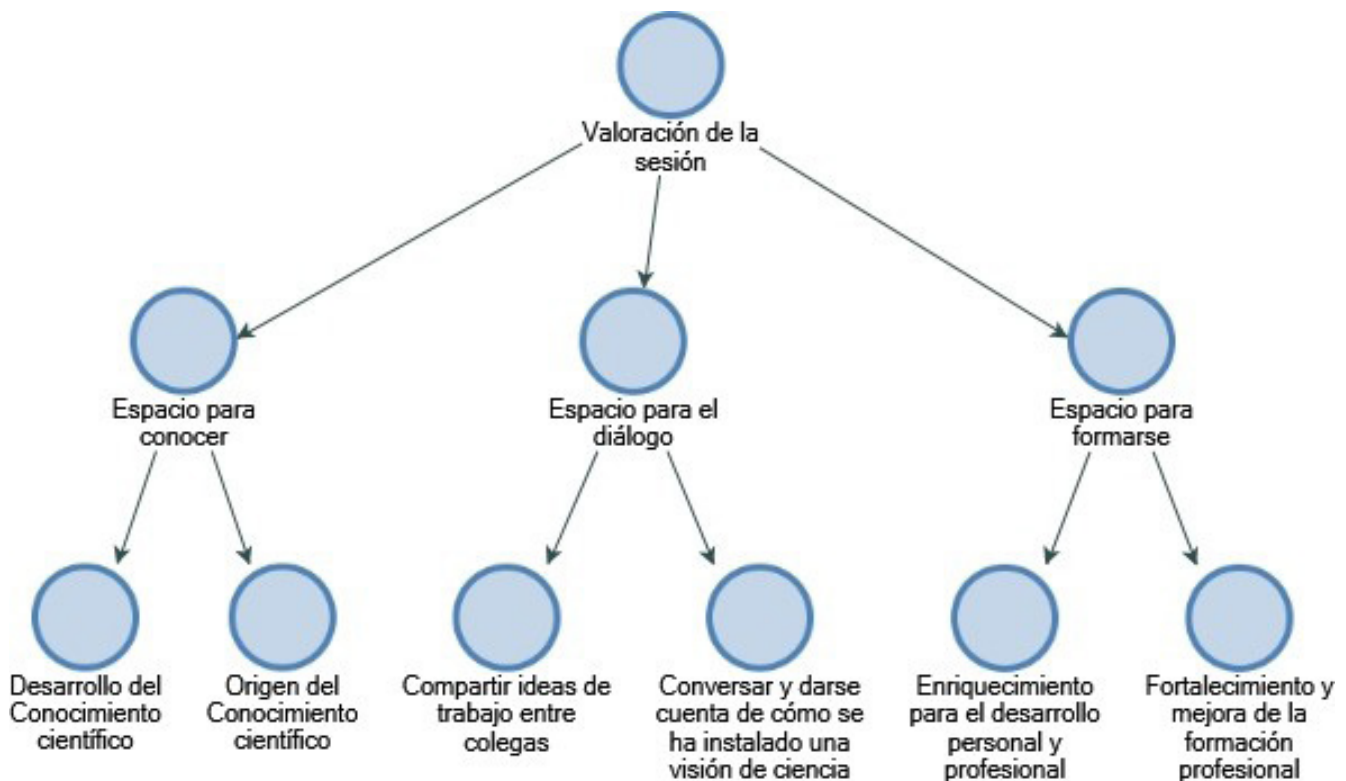


Figura 10. Temáticas relacionadas con el valor de la sesión de trabajo.

Fuente: elaboración propia.

- i) Apartado 1. Espacio para conocer. Los profesores manifestaron que conocer sobre el origen y desarrollo del conocimiento científico es importante, por lo que manifestaron un nuevo interés por investigar sobre las circunstancias históricas y sociológicas de generación de conocimiento.

Sobre la actividad 3 de lectura de “El guiso fantasmagórico”, los participantes resaltaron como impensable imaginar que la gesta de un conocimiento tan valioso hoy día en el ámbito médico se dio en un ambiente lejano a este, y reflexionar sobre la audacia de los científicos al desarrollar sus investigaciones miradas desde la actualidad.

[...] era impensable para mí imaginarme el inicio de la utilización de la radiactividad en un ambiente tan lejano a lo que creemos, por ejemplo, un laboratorio bien equipado, y que haya nacido allí una aplicación tan fantástica y delicada. (PT4.2_NA)

Se evidencia así la relevancia de la contextualización histórica en el abordaje temático de los contenidos a enseñar, lo que a su vez promueve el reconocimiento de la naturaleza científico-tecnológica del conocimiento que enseña y permite develar la ausencia de una formación epistemológica.

- ii) Apartado 2. Espacio para el diálogo. La experiencia de aprendizaje se constituyó, en palabras de los profesores participantes, en un espacio que ayudó a compartir ideas de trabajo entre colegas y que otorgó la posibilidad de conversar entre pares y concientizar cómo se ha instalado una visión de ciencia.

Me llama la atención que podamos conversar, compartir el hecho de cómo se enseña o cómo se nos ha enseñado la ciencia, la química. (S4-VR)

Al respecto, se reconoció el trabajo solitario que se desarrolla como profesor y se identificó la

necesidad de estos espacios de reconocimiento entre pares.

- iii) Apartado 3. Espacio para formarse. Desde una perspectiva de formación, la experiencia de aprendizaje permitió, en palabras de los profesores, fortalecer el conocimiento y ayudar a mejorar la formación docente, lo que constituyó una instancia de enriquecimiento para el desarrollo personal y profesional de quienes en ella participaron. Concretamente, se expresó lo siguiente:

Fue muy interesante. Me permitió adquirir y reforzar nuevos conocimientos, para ir mejorando mi formación como docente. (PT4.2_RG)

Asimismo, se identificó la necesidad de aprender más sobre estos tópicos de NdCyT con la finalidad de incorporarlos en su acción docente, cuestión que es una de las finalidades generales de la formación epistemológica del profesorado de ciencias.

Quiero aprender y necesito saber más. Es como si mi alma quiere saber más para entregar mejor lo que hago. (PT4.2_ME)

4. Reflexiones finales

Se pueden identificar algunas cuestiones finales en dos ámbitos diferenciados. Primero, las vinculadas a los resultados de la experiencia de aprendizaje mostrados anteriormente, y segundo, las consideraciones finales desde la perspectiva de la formación continua de profesores. Ambas se muestran a continuación:

a. En relación con la experiencia de aprendizaje

La utilización de esta experiencia de aprendizaje como estrategia metodológica de discusión metateórica, para enseñar dos aspectos epistémicos de NdCyT dentro del diseño de un itinerario de formación

continua docente, se muestran tendentes a promover procesos reflexivos sobre la concepción de ciencia y tecnología, como era de esperarse de acuerdo con lo diseñado. Sin embargo, y aunque no se contempló dentro de los objetivos, en paralelo también se identificaron reflexiones y cuestionamientos en el ámbito didáctico, más específicamente orientados a la enseñanza de los contenidos científicos que al aprendizaje y a la evaluación de estos que desarrollan cotidianamente, generando tensiones entre sus prácticas habituales y lo que metodológica y teóricamente sería más adecuado para la educación científica hoy.

De forma análoga, se identifican también en un plano actitudinal cuando los participantes reflexionan sobre la importancia de la sesión de trabajo, con lo cual es posible agrupar en un bloque temático las aportaciones asociadas: valoran la instancia de formación como espacio para conocer acerca del conocimiento científico, como espacio para dialogar entre pares acerca de cuestiones disciplinares, lo que incide en un aporte a su profesionalidad. Todo esto se evidencia en el discurso de los profesores participantes, entendido como todo lo que ellos pensaron durante la sesión de trabajo y que se manifestó a través de lo verbalizado y escrito.

De conformidad con los resultados, se tienen las siguientes aproximaciones:

- Los profesores participantes reflexionan sobre las concepciones de ciencia y tecnología dogmáticas donde se releva la objetividad de la ciencia y su distancia de las necesidades humanas, hacia concepciones más constructivistas en las que estas necesidades cumplen un rol preponderante. Se sostiene la concepción de *tecnología* como aplicación del conocimiento científico, como un conocimiento subordinado, cuestión que con una discusión de mayor profundidad y menor amplitud, pudiera ser objeto de reflexión.
- La reflexión acerca de los aspectos epistémicos como un proceso dialógico en el que las respuestas de los profesores participantes a estímulos observacionales son compartidas, contrastadas, debatidas e incluso comprobadas, permite movilizar las concepciones metateóricas, las habilidades y actitudes, con lo que se generan aprendizajes en cuanto a la temática abordada.
- Las actividades propuestas resultan motivadoras y promueven la vinculación de los profesores participantes en un trabajo profundo de revisión de sus concepciones no solo metateóricas, sino también didácticas, específicamente aquellas asociadas a la enseñabilidad de su disciplina, lo que es indicador de que el profesor tiene como referente su conocimiento profesional y su experiencia al momento de pensar en la disciplina que enseña. Por otra parte, también se reflexiona sobre el valor del espacio de formación como promotor de procesos de discusión de visiones de ciencia y tecnología asumidas acríticamente, de diálogo en relación a la práctica y de fortalecimiento de la profesionalidad.

b. En cuanto a la formación continua de profesores

- *Oportunidad para la reflexión y la metarreflexión.* La reflexión y la metarreflexión como procesos de cuestionamiento son necesarios en la formación continua docente como parte de un desarrollo profesional que, por lo general, carece de estas instancias de revisión y mirada introspectiva teóricamente fundamentada. Por ello, se advierte la necesidad de promover estos procesos a través de actividades diseñadas con fines particulares y que se aglutinan en una experiencia de aprendizaje global en torno a la discusión profunda de tópicos epistémicos, en este caso.

Las actividades en cuestión han formado parte de dos dispositivos desarrollados por cada participante, bajo la figura de *papeles de trabajo* contentivos de interrogantes asociados al visionado de imágenes y lecturas de relatos. Desde ahí fue posible promover la reflexión individual y grupal, lo que facilitó la toma de conciencia, del cuestionamiento necesario de lo que cada quien ha asumido, naturalizado, y

que desde esta perspectiva adquiere sentidos que son contrastados y movilizados.

Estas actividades se han centrado en 1) la producción de relatos tras la observación y 2) la socialización de lo escrito. En ambas, se tuvo la intención de desarrollos narrativos que permitieran una mayor espontaneidad para dejar fluir vivencias, ideas y representaciones, lo que permite tanto procesos de negociación de posiciones en un significativo esfuerzo de ordenamiento, explicitación y argumentación de ideas, como también la exteriorización de una dimensión afectiva de la vivencia. Por otra parte, también se ha recurrido a 3) la síntesis de nuevas ideas, que adquieren un papel relevante en estas actividades por cuanto facilita al participante exteriorizar en relación a la experiencia, lo que ha sido nuevo o novedoso para él desde la discusión, con la intención de identificar posibilidades al pensamiento divergente, nuevos ángulos de análisis y valoraciones (ASTUDILLO, RIVAROSA, ORTIZ, 2010).

- *Los participantes y sus roles.* En la experiencia de aprendizaje están involucrados tanto los *profesores participantes* como el *profesor facilitador*, ambos en una dinámica horizontal, dialógica en la que se comparten ideas, aproximaciones, vivencias. Los primeros son protagonistas de la formación, para quienes se ha diseñado la estrategia y han desarrollado las actividades en sus papeles de trabajo de forma individualizada para, posteriormente, hacer la puesta en común y generar discusión y reflexiones posteriores. Han experimentado de forma autónoma procesos de interpretación, de elaboración de respuestas sobre evidencias, de argumentación de sus puntos de vista, en un ambiente fluido de comunicación y de espontáneo cuestionamiento permanente entre pares.

El profesor facilitador ha planificado la estrategia, a partir de la gestión de los recursos y espacios disponibles. También de forma flexible promueve el trabajo de verbalización y

escritura de quienes participan, redimensionando las intervenciones de estos y favoreciendo las discusiones.

Por último, la experiencia se configura como una potente oportunidad para desarrollar procesos de reflexión metateóricos y didácticos entre pares, que discuten, comparten y contrastan sus modos de pensar la ciencia que enseñan, sus formas y finalidades de enseñarla en consonancia con la *educación científica*, con lo cual se valora la discusión didáctica como cuerpo colegiado que comparte en un espacio que pocas veces se genera de forma espontánea. Esto posibilita aproximarse a posturas acerca del conocimiento científico y tecnológico que en su formación profesional no fueron objeto de cuestionamiento; así, se generan visiones de estas, dogmáticas y reduccionistas, y se establece una mirada crítica sobre sus experiencias de trabajo en aula, en un diálogo que fortalece su formación docente.

5. 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).

6. Referencias bibliográficas

ACEVEDO, J.; GARCÍA, M.; ARAGÓN, M. Historia de la ciencia para enseñar naturaleza de la ciencia: una estrategia para la formación inicial del profesorado de ciencia. **Educación Química**. México, v. 28. pp. 140-146. 2017.

- ÁLVAREZ-GAYOU, J. **Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología.** Paidós. México. 2009.
- ASTUDILLO, C.; RIVAROSA, A.; ORTIZ, F. Estudio de un diseño de formación para profesores de Ciencias: consideraciones metodológicas. **Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado.** Zaragoza, v. 13, n. 4. 2010.
- BRAUN, V.; CLARKE, V. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology.** Londres, v. 3, n. 2, pp. 77-101. 2006.
- CAAMAÑO, A. Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización. **Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales.** Barcelona, v. 17, n. 69, pp. 21-34. 2011.
- CANDELA, B. Desarrollo del conocimiento tecnológico y pedagógico del contenido de la química, de profesores en formación a través de la reflexión de los PaP-eRs y videos. **Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias.** Bogotá: Colombia, v. 13, n. 1, pp. 101-119. 2018.
- CHALMERS, A. **¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?** Siglo XXI. Madrid: España. 2010.
- COFRÉ, H. *et al.* La educación científica en Chile: debilidades de la enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de ciencia. **Estudios Pedagógicos.** Valdivia, v. 36, n. 2, pp. 279-293. 2010.
- COLECCIÓN "LA CIENCIA, UNA FORMA DE LEER EL MUNDO". El guiso fantasmagórico. Relato de la mítica invención de los marcadores radiactivos. Buenos Aires: Argentina, 2005. Campaña Nacional de Lectura.
- CUÉLLAR, L. La Historia de la Química en la Reflexión sobre la Práctica Profesional Docente. 326 páginas. Doctorado en Ciencias de la Educación. Facultad de Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago. 2010.
- DEZIN, N.; LINCOLN, D. **Paradigmas y perspectivas en disputa. Manual de investigación cualitativa II.** Gedisa. España. 2012.
- FERNÁNDEZ, I.; *et al.* Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias.** Barcelona, v. 20, n. 3, pp. 477-488. 2002.
- FERNÁNDEZ, M. Fundamentos Históricos. In PERALES, F.; CAÑAL, P. (eds.), **Didáctica de las Ciencias Experimentales.** Marfil. Valencia: España, 2000. pp. 65-84.
- FLICK, U. **Introducción a la investigación cualitativa.** Morata. Madrid: España. 2004.
- GARCÍA, A. Aportes de la Historia de la Ciencia al desarrollo profesional de los profesores de Química. 270 páginas. Doctorado en Didáctica de las ciencias experimentales. Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona. 2009.
- GARCÍA-CARMONA, A.; ACEVEDO, J.A. Concepciones de estudiantes de profesorado de Educación Primaria sobre la naturaleza de la ciencia: Una evaluación diagnóstica a partir de reflexiones en equipo. **Revista Mexicana de Investigación Educativa.** México, v. 21, n. 69, pp. 583-610. 2016.
- IZQUIERDO, M. Fundamentos epistemológicos. In PERALES, F.; CAÑAL, P. (eds.), **Didáctica de las Ciencias Experimentales.** Marfil. Valencia: España, 2000. pp. 35-64.
- IZQUIERDO, M. *et al.* **Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: aportes para la formación del profesorado de ciencias.** Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá: Colombia. 2016.
- MARÍN, N.; BENARROCH, A.; NIAZ, M. Revisión de Consensos sobre Naturaleza de la Ciencia. **Revista de Educación.** Madrid, v. 361, pp. 117-140. 2011. DOI: 10-4438/1988-592X-RE-2011-361-137
- NIINILUOTO, I. Ciencia frente a Tecnología: ¿Diferencia o identidad? **Arbor.** Madrid, v. 157, n. 620, 285-299. 1997.
- ORDÓÑEZ, J. **Ciencia, tecnología e historia: relaciones y diferencias.** Fondo de Cultura Económica. Madrid: España. 2003.
- RAPLEY, T. **Los análisis de la conversación, del discurso y de documentos en investigación cualitativa.** Morata. Madrid: España. 2014.
- SIMONS, H. **El estudio de caso: teoría y práctica.** Morata. Madrid: España. 2011.

SISO, Z. **La naturaleza de la ciencia y tecnología en la reflexión sobre la práctica profesional de profesores de química.** Doctorado en Educación – Facultad de Educación, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Concepción (Chile), 2016.

VALCÁRCEL, M.; SÁNCHEZ, G. La formación del profesorado en ejercicio. In PERALES, F.; CAÑAL, P. (eds.), **Didáctica de las Ciencias Experimentales.** Marfil. Valencia: España, 2000. pp. 557-582.

VÁZQUEZ, A.; GARCÍA-CARMONA, A.; MANASSERO, M.A.; BENNÀSSAR, A. Science teachers' thinking about the nature of science: A new

methodological approach to its assessment. **Research in Science Education**, v. 43, n. 2, pp. 781-808. 2013. DOI: 10.1007/s11165-012-9291-4

VÁZQUEZ, Á.; MANASSERO, M. La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias.** Cádiz, v. 9, n. 1, pp. 2-31. 2012.

VÁZQUEZ, Á.; MANASSERO, M. Juegos para enseñar la naturaleza del conocimiento científico y tecnológico. **Educar.** Barcelona, v. 53, n. 1, pp. 149-170. 2017.