



DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA

Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria



Gabriela Meroni^{a,b,*}, María Inés Copello^{a,b} y Joaquín Paredes^{a,b}

^a Facultad de Química, Universidad de la República. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación, Montevideo, Uruguay

^b Universidad de la República, Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España

Recibido el 18 de octubre de 2014; aceptado el 10 de marzo de 2015

Disponible en Internet el 10 de agosto de 2015

PALABRAS CLAVE

Enseñanza contextualizada;
Química en contexto;
Innovación didáctica

KEYWORDS

Contextualized teaching;
Chemistry in context;
Educational innovation

Resumen Se analiza la presencia de un rasgo de las innovaciones en la enseñanza contemporánea de las ciencias con la utilización del concepto «química en contexto» a partir del enfoque de Ciencia, Tecnología y Sociedad aplicado a esta enseñanza. Se trata de un subestudio de otro más amplio sobre prácticas innovadoras, su identificación y caracterización. Se utilizó una metodología basada en entrevistas semiestructuradas a 6 innovadores seleccionados de un grupo de 29. Se realizó una triangulación entre codificadores y se generó un informe. Entre los resultados se identifican prácticas innovadoras donde se recoge un variado elenco de actividades para contextualizar la enseñanza de la química. En algunos casos se trata de verdaderos problemas de investigación centrados en lo cotidiano. Se valora el carácter innovador de estas prácticas en los centros y su permanencia y futuro.

Derechos Reservados © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0.

Teaching chemistry in context. A dimension of didactics innovation at secondary education

Abstract The presence of a feature of contemporary innovations in science education using the concept “Chemistry in Context” from the approach Science, Technology and Society applied to this teaching is analyzed. This is a sub-study from a larger one about innovative practices, its identification and characterization. A methodology based on 6 semi-structured interviews to innovative teachers selected from a group of 29 was used. Triangulation between coders was done and a report was generated. Innovative practices with a varied range of activities

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: gmeroni@crandon.edu.uy (G. Meroni).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

to contextualize the teaching of chemistry are identified. Some of them are real problems of research focused on the daily basis. Their innovative nature and permanence and the future of these practices at schools are valued.

All Rights Reserved © 2015 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. This is an open access item distributed under the Creative Commons CC License BY-NC-ND 4.0.

Introducción

La enseñanza de las ciencias ha experimentado importantes transformaciones en los últimos años. Desde la modernización e intensificación de la presencia de las ciencias en los currículos en los años sesenta (Rodríguez, Izquierdo y López, 2011), pasando por la utilización de nuevas metodologías en las aulas en los años setenta (Acevedo et al., 2005; Vázquez-Alonso et al., 2005), el enfoque de «ciencia, tecnología y sociedad» (CTS), aplicado a la enseñanza de disciplinas científicas de los años ochenta (Membiela, 2002; Izquierdo, 2006; López Cerezo, 2009; Boff y Del Pino, 2013), hasta los más recientes conceptos de «física» y «modelización», tan presentes en la literatura contemporánea sobre enseñanza de las ciencias (Caamaño, 2011; Catret, 2013; Fernández-González y Jiménez-Granados, 2014; Gómez, 2013).

El énfasis de esta enseñanza se coloca, entonces, en las relaciones entre la ciencia, la vida cotidiana y los aspectos sociales, con la finalidad de formar ciudadanos capaces de tomar decisiones fundamentadas en cuestiones científicas y tecnológicas. Se promueve una comprensión de las ciencias como construcción humana, en un proceso de verdadera alfabetización científica (Jiménez-Liso y De Manuel, 2009).

Consideramos que esto solo es posible si la ciencia se relaciona con la vida real y da respuesta a las necesidades e intereses de nuestros alumnos. Es lo que Caamaño (2011) entiende por *contextualizar la ciencia*.

Uno de los enfoques CTS para la enseñanza de las ciencias, parte del contexto para introducir y desarrollar los conceptos y modelos. Este enfoque basado en el contexto «toma en consideración los ámbitos próximos del alumnado, pero no sólo como inicio sino también como conclusión, ya que lo [que el estudiante] aprende en el contexto es [luego] aplicado en el mismo» (Catret et al., 2013, p. 750).

La enseñanza contextualizada enfatiza la naturaleza social del conocimiento; así, aprendemos en relación con otras personas, a través de prácticas sociales, en situaciones reales y auténticas, mediante actividades que se realizan en un determinado contexto y cultura que le dan significado (Gómez, 2006; Lave y Wenger, 1991, Sagástegui, 2004). Díaz Barriga (2003) señala que este paradigma, vinculado al enfoque sociocultural vigotskiano, propone que el conocimiento es «situado», es decir, forma parte y es producto de la actividad, del contexto en que se desarrolla y utiliza, así como de la cultura. En él se destaca la importancia de la mediación, la construcción conjunta de significados y los mecanismos de ayuda ajustada. Esto plantea a los profesores el desafío de planificar la enseñanza para facilitar el desarrollo de estas condiciones. Históricamente no se ha favorecido ni el conocimiento ni la construcción, consciente

y deliberada, de modelos mentales por parte de los alumnos (Tamayo, 2013). Por otra parte, aprender a pensar científicamente implica aprender a desarrollar, evaluar y revisar modelos, explicaciones y teorías (Caamaño, 2011); es decir, enfrentarse al «oficio de hacer ciencia» (Gómez, 2006).

Por otra parte, apoyados en Tejada (2008), entendemos como innovaciones didácticas aquellas acciones que, además de introducir algo nuevo para el contexto en que se realizan, modifican los fines y características de la enseñanza practicada de manera profunda y duradera, particularmente en la perspectiva que adoptan los estudiantes sobre su propio aprendizaje, así como en la forma de organizarse del centro.

¿Es posible identificar formas —o prácticas, en el sentido etnográfico— de enseñanza de química en contexto entre docentes calificados como innovadores en su comunidad educativa, entre sus compañeros, centro y distrito escolar? ¿Qué características tienen esas prácticas?

Metodología

En el marco de una investigación más amplia sobre la innovación didáctica en la enseñanza de la química en el nivel de educación secundaria, en este subestudio se pretende identificar e investigar, a partir de focos de innovación en la enseñanza de dicha asignatura y dimensiones identificadas en la investigación marco, la dimensión de la «química en contexto».

La investigación tiene un enfoque cualitativo, centrada en entrevistas reflexivas y semiestructuradas, que se caracterizan como encuentros dialógicos (Bisquerra, 2012; Kvale, 2011).

En la primera etapa de la investigación marco se mantuvieron encuentros con 5 informantes calificados, integrados en el ámbito académico y educativo innovador, conocedores de la realidad de la enseñanza secundaria desde la formación docente, la administración educativa y la organización gremial de los profesores en relación con los centros de educación secundaria de las distintas regiones del país. Se indagaron sus concepciones acerca de la innovación didáctica mediante una entrevista y se les solicitó que indicaran nombres de profesores de educación secundaria de ambos sexos que, a su juicio, pudieran caracterizarse como innovadores (Meroni, Copello y Ferreira, 2011).

De los 29 docentes mencionados por los informantes calificados se seleccionó y entrevistó a 6 que conforman un grupo diverso en cuanto a sexo, edad, contexto de trabajo, formación y experiencia docente. Se trata de 2 hombres y 4 mujeres, con una experiencia de entre 5 y 28 años en la docencia. Dos trabajan en centros de educación secundaria

de Montevideo (Uruguay) y cuatro en otras ciudades del país. Se acordó con los profesores la autorización para mencionar lo dialogado, utilizando nombres ficticios para preservar su identidad.

Las entrevistas realizadas fueron transcritas y devueltas a los entrevistados que lo solicitaron para ser corregidas, validadas y completadas en su caso. Se realizó un etiquetado de las entrevistas mantenidas, que se llevó a cabo por los 3 investigadores, como un procedimiento de intersubjetivación y triangulación, y no hubo discrepancias significativas. En este proceso se mantuvo un diálogo permanente con los datos; así, algunas etiquetas desaparecieron y otras fueron redefinidas.

A partir del análisis de las entrevistas se identificaron como las dimensiones mencionadas con mayor frecuencia y más profundidad de argumentación las siguientes: a) usos de las TIC (Meróni, Copello y Paredes, 2013); b) química en contexto; c) evaluaciones formadoras-formativas, y d) compromiso profesional.

El análisis y la discusión de los datos recogidos se realizan para la segunda dimensión vinculada con la contextualización de actividades y sus relaciones con la mejora de la enseñanza de la química.

Tras el etiquetado se establecieron relaciones entre las categorías emergentes. Se escribió el informe del resultado de las entrevistas, que fue devuelto a los entrevistados para su valoración y comentarios.

¿Cómo contextualizan las actividades los/as profesores/as innovadores/as?

A partir del análisis de los datos recogidos se han distinguido y organizado subdimensiones que forman parte de la dimensión «química en contexto». Las mismas refieren a diferentes aspectos que inciden en el proceso de la enseñanza de la química. Así, emergieron: a) introducción de materiales del cotidiano en las prácticas de laboratorio; b) uso de situaciones de la vida cotidiana para la construcción de conceptos; c) encuentros con científicos y visitas didácticas a establecimientos dedicados a actividades de química (instalaciones industriales y de investigación); d) actividades de CTS, y e) proyectos de iniciación a la investigación. Cada subdimensión de la enseñanza en contexto es caracterizada a continuación.

Introducción de materiales del cotidiano en las prácticas de laboratorio

Con relación a la primera subdimensión nos centramos en el caso de la profesora Adriana que, al referirse a las prácticas de laboratorio, indica:

«...en vez de hacer la clásica del bicarbonato con el ácido clorhídrico, les hago determinar la pureza de las cucharitas de la playa¹ [...]. Además, les pido que averigüen si los arqueólogos trabajan usando las mismas técnicas [...]. La práctica hecha así la encuentro un poquito más interesante.»

La profesora Adriana parte del contexto para introducir y desarrollar conceptos y modelos que luego los estudiantes utilizan para interpretar el propio contexto (Catret et al., 2013). En su caso, el uso de las valvas de moluscos para trabajar un tema central del curso de química es especialmente relevante, ya que vive en una ciudad costera y desarrolla su labor en una institución que se ubica frente a la playa. De este modo, la contextualización consiste, como expresan los autores mencionados, «en transponer los contenidos académicos a una situación cercana al alumno, que la ve útil, la comprende y despierta su interés y que se desarrolla en el entorno próximo» (p. 750-751).

Por otra parte, la reflexión de la profesora, en el sentido de que la práctica es «un poquito más interesante» la entendemos como indicador, por un lado, de una cierta falta de autor reconocimiento del valor de su práctica profesional y de una minimización de sus innovaciones pero, a la vez, de su clara intención de mejora y búsqueda permanente de nuevas alternativas para sus clases, ya que procura

«desmitificar lo que es la química [...] y tratar de aplicar a la realidad; entonces, si bien capaz que peco en cuanto a que no les doy el máximo de contenidos, lo que quiero lograr es muchachos que salgan interesados...»

La profesora prioriza el aprendizaje profundo y no la acumulación de conceptos trabajados de forma superficial y memorística. De ese modo, apunta hacia la construcción de aprendizajes que movilicen estructuras cognitivas de nivel más complejo y motivadoras (Solé, 1999; Caamaño, 2011; Fernández-González y Jiménez-Granados, 2014).

Uso de situaciones de la vida cotidiana para la construcción de conceptos

Ejemplificamos esta subdimensión a partir de los relatos de dos de los profesores entrevistados en esta investigación. La profesora Adriana aborda el problema de las centrales nucleares aprovechando una noticia reciente para, posteriormente, desarrollar los conceptos teóricos y las implicaciones sociales y ambientales de la química. De este modo, asume el desafío que representa la creación de oportunidades para que los estudiantes vinculen lo analizado en clase con situaciones del mundo real (King, Bellochi, & Ritchie, 2008).

El profesor Andrés, por su parte, comienza el tema estereoisomería con

«... noticias inventadas al respecto sobre distintos fármacos, uno que actúa selectivamente en determinado receptor y el otro no y la única diferencia es que uno es R y el otro es S en un carbono estereogénico.»

En ambos casos se trata de secuencias didácticas, que corresponden a lo que Caamaño (2011) denomina «las aplicaciones primero», en las que se debate sobre aplicaciones de la química y sus relaciones con aspectos sociales. El profesor Andrés está preocupado por ofrecer a sus estudiantes situaciones lo más cercanas posibles a sus contextos de actuación, por lo que, a pesar de conocer repertorios de casos reales bien documentados sobre el tema en cuestión, prefiere trabajar con noticias ficticias que los estudiantes puedan entender mejor y que den como resultado un

¹ Expresión que se emplea a nivel local para referirse a las valvas de moluscos.

aprendizaje de la ciencia más atractivo y contextualizado (Zenteno-Mendoza y Garritz, 2010).

Ninguno de los entrevistados especifica la forma en que los conceptos y modelos se incorporan a la secuencia de actividades. Este hecho podría ser un indicador de la voluntad de los profesores de avanzar en una transición desde un enfoque de enseñanza más clásico —en el que se trabajan teorías, se enseña un lenguaje especializado y se van incorporando relaciones con hechos de la vida cotidiana y explicaciones de los alumnos— hacia uno basado en la modelización (Gómez, 2012), que consideramos fundamental enseñar a los estudiantes.

Encuentros con científicos y visitas didácticas a establecimientos dedicados a actividades relacionadas con la química (instalaciones industriales y de investigación)

Para ilustrar esta subdimensión tomamos los casos de 2 de las profesoras que participaron de esta investigación. Así, la profesora Delia organizó un encuentro con 3 científicos en el marco de los proyectos de iniciación a la investigación que los alumnos de bachillerato llevan a cabo en la segunda parte del curso. La profesora destinó tiempo de clase a la preparación de las preguntas relevantes que los estudiantes iban a formular a los investigadores. De esta forma, la aportación que derivara de la conferencia podría ser más significativa para el curso y la configuración de la ciencia en sus prácticas. De su relato se desprende que uno de los propósitos de la actividad es que los estudiantes tengan contacto directo con las metodologías que se emplean en el trabajo científico y con quienes hacen ciencia en el país. La profesora Delia señala:

«a veces se les dice hay que plantearse una hipótesis, hay que empezar a buscar, bueno preguntemos si realmente eso les pasa también a los investigadores, [...] porque muchas veces uno les habla de un científico y ellos piensan en Einstein, en Marie Curie. Entonces les pregunto: ¿y actualmente, no hay científicos? Esa pregunta es bastante desestabilizadora [...].»

Estas prácticas contribuyen a que los estudiantes internalicen «el oficio de hacer ciencia» (Gómez, 2006), en especial en lo que respecta al uso del lenguaje, la argumentación, la cooperación, la interacción con otros y la toma de conciencia sobre los valores asociados a las prácticas científicas.

Entendemos que estas actividades aportan a la construcción de una ciencia escolar en la que «se trata no solo de aprender las ideas teóricas, sino sobre todo de aprender a pensar-comunicar-actuar, a construir y razonar las ideas, a evaluarlas y a comunicarlas» (Gómez, 2013, p. 1586).

Además, estas actividades contribuyen a motivar a los estudiantes, pues destinaron parte de su tiempo libre a concurrir, y son compensatorias pues se trata de una institución educativa del interior del país.

La profesora Adriana integra un equipo multidisciplinario que todos los años organiza salidas didácticas. En algunas de ellas los alumnos realizan pasantías en una institución de investigación agropecuaria y recorridos por algunas plantas industriales de la zona de influencia de la escuela secundaria en que trabaja. En otros casos, han viajado a la capital para conocer el trabajo de instituciones de investigación básica y aplicada de primer nivel en el país.

La profesora señala que, a partir de estas actividades, algunos estudiantes «del nocturno»² han encontrado motivación para terminar el bachillerato e incluso identificado opciones de estudios posteriores. Consideramos que esto es consistente con el planteamiento de Izquierdo (2006), quien señala que lo importante del proceso de aprender es que los estudiantes se pongan a pensar de manera responsable sobre su propio futuro.

Actividades dentro del enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad

Para analizar esta subdimensión nos focalizamos en el caso del profesor Andrés que realiza lo que podríamos caracterizar como «actividades CTS típicas». A partir de un trabajo realizado en un curso de posgrado, diseñó una unidad didáctica en la que, tomando como centro la producción de vacunas contra el sida, propone

«... trabajar una visión de ciencia, tratar qué es lo que ocurre en la industria farmacéutica, aspectos de farmacología en los distintos lugares, lo que es el proceso de un retrovirus, dónde actúan los antirretrovirales y qué beneficio-costos podría llegar a tener el desarrollo de una vacuna...»

El profesor parte del análisis de la película *El jardinero fiel* para

«sensibilizar en el tema de cómo se desarrollan los fármacos y cómo en realidad todos somos sujetos de experimentación en eso porque en realidad los efectos secundarios se descubren a largo plazo, después que ya están en el mercado.»

Continúa, luego, con el trabajo a partir de una noticia ficticia en la que se relata el enfrentamiento entre dos laboratorios, uno internacional que pretende desarrollar la etapa experimental de la vacuna en el país y otro regional que produce antirretrovirales. La siguiente fase implica que los alumnos se dividan en cuatro grupos —que representan diferentes intereses— y teniendo en cuenta un conjunto de pautas y materiales preparen preguntas para una controversia socio-científica.

Andrés señala que es la primera vez que plantea una actividad de este tipo y que

«... a mí en particular, me rompe la cabeza porque te cambia los esquemas. Generalmente usamos las aplicaciones como frutillas de torta ¿no?, al final de la unidad. Acá implica al revés, ir a buscar los contenidos como necesidad para resolver una aplicación [...]. Creo que lleva mucho más tiempo, que es más complicado y obvio tenés que cumplir el programa...»

Esta forma de trabajo le pareció «genial y desestructurante» y es consistente con el planteamiento de Duso y Maestrelli (2013) que indican que en el enfoque CTS de la enseñanza de las ciencias, y en particular en el uso de las controversias sociocientíficas, la tarea del profesor es fundamental para incentivar a los estudiantes a buscar y

² Denominación que se emplea para el curso que se realiza en el turno de la noche para estudiantes trabajadores o de mayor edad que la habitual para el nivel.

seleccionar fuentes confiables de información y a contraponer diferentes puntos de vista para buscar comprender los problemas. Por otra parte, el trabajo con noticias simuladas permite un ejercicio efectivo de la participación en la que los alumnos intervienen con la pasión propia del juego y sin las presiones y prejuicios que conllevaría discutir sobre controversias reales (Martín-Gordillo y Osorio, 2003). Todo esto favorece la reflexión sobre los problemas científicos y tecnológicos, y permite la evaluación y el posicionamiento crítico, lo que contribuye a la alfabetización científica de los estudiantes. No obstante, en el discurso del profesor Andrés se evidencian también las limitaciones que señalan Zenteno-Mendoza y Garritz (2010) y Membiela (2005) en cuanto a tiempo, formación de los profesores, recursos para diseñar materiales y rigidez de las instituciones educativas.

Proyectos de iniciación a la investigación

El análisis y discusión de esta subdimensión lo centramos en los casos de las profesoras Elena y Delia. La primera de ellas indica que en los trabajos finales los alumnos de bachillerato eligen temas vinculados con la orientación que cursan:

«... los de Ciencias Agrarias siempre toman algo de lo que ven en Botánica, [...] los de Medicina han trabajado varios aspectos de los cosméticos, los han fabricado y estudiado su efecto sobre la piel. El año pasado hicieron algo muy interesante con desodorantes y antitranspirantes [...]. Incluso le pusieron un título muy atrayente al trabajo [...] 'Que el olor no te delate' [...] un título que atrapa.»

La profesora Delia también se desempeña en el último año del bachillerato y sus alumnos realizan proyectos finales integrando cuatro asignaturas:

«...hacemos un trabajo, una pequeña investigación. Ellos eligen un tema y trabajamos cuatro asignaturas —Estudios Económicos y Sociales, Física, Biología y Química— en un proyecto que abarca las cuatro. Les pido que cuando piensen el proyecto busquen que puedan hacer alguna pequeña actividad experimental que complemente el tema que eligen [...]. Tratamos que cada asignatura tenga su partecita en lo que es el proyecto...»

De acuerdo con el relato de la profesora Elena, su trabajo no se coordina con otras asignaturas y tampoco indica que otros docentes de la institución desarrollen actividades del mismo tipo. El trabajo de la profesora Delia, por el contrario, está institucionalizado, y hace varios años que se realiza de esa forma; en él participan profesores de varias asignaturas y profesionales del medio; han realizado ponencias en congresos dando cuenta de esta experiencia, hacen una presentación final abierta a la comunidad y una evaluación por parte de los docentes en la que se plantean aspectos susceptibles de mejorar al año siguiente.

Los proyectos que llevan a cabo los alumnos de Delia pueden considerarse como actividades investigativas

«cuyo objetivo es la resolución de problemas prácticos, más ligados a contextos de la vida cotidiana, que no pretenden la generación de conocimiento teórico, pero que son muy útiles para la comprensión procedimental de la ciencia, es decir, para aprender los procesos que caracterizan la investigación» (Caamaño, 2011 p. 26).

Además, en ellos se da un diálogo entre disciplinas para resolver problemas de la vida real (Izquierdo, 2006) y podrían ser caracterizados como problemas de investigación centrados en lo cotidiano (Jiménez-Liso y De Manuel, 2009).

Conclusiones

En relación con las preguntas formuladas al inicio de la investigación, del estudio etnográfico surgen evidencias sobre la existencia de prácticas innovadoras en la enseñanza de la química entre profesores bien valorados por informantes clave de la comunidad docente.

La caracterización de las innovaciones profundas es exigente: implica la modificación de la relación entre ciudadanía y científicos, el estatuto del conocimiento, la participación de los estudiantes de educación secundaria en su construcción, la permanencia del carácter indagador de las clases donde trabajan los estudiantes y la institucionalización de estas formas de trabajo como metodología preferente de los centros.

Por eso, la forma en que la profesora Adriana incorpora materiales de uso cotidiano a las prácticas de laboratorio, el tratamiento de la problemática de las centrales nucleares a partir del cual ella analiza aspectos teóricos, repercusiones ambientales y sociales de la química; el trabajo del profesor Andrés con noticias para introducir el tema estereoisomería y las actividades de carácter CTS que realiza, así como los proyectos de introducción a la investigación que coordina la profesora Elena, constituyen experiencias interesantes y novedosas realizadas por profesores comprometidos en mejorar la enseñanza. Sin embargo, debido a su carácter esporádico, no pueden incluirse dentro de la concepción de innovación didáctica que se adopta en esta investigación. Sería necesario que extender su impacto a las instituciones educativas donde se realizan para que, de ese modo, puedan considerarse como innovaciones didácticas, de acuerdo con Tejada (2008).

Por otra parte, los encuentros con científicos y las salidas didácticas reseñadas y analizadas en la tercera subdimensión, así como el trabajo en proyectos de iniciación a la investigación que realiza la profesora Delia pueden ser consideradas innovaciones didácticas según Tejada (2008).

Gracias a informantes clave, se han identificado docentes que generan situaciones de enseñanza de la química que van más allá de la presentación de información a los estudiantes, lo que ya es novedoso. En estos casos se han involucrado distintas formas de cognición de los estudiantes, más allá del recuerdo y el reconocimiento de conceptos, como son la aplicación, el análisis y evaluación de la información, así como la creación de nuevas formas de conocimiento.

Es posible que las situaciones identificadas en el análisis etnográfico realizado pertenezcan a un repertorio de actividades asumidas por muchos docentes de química en educación secundaria. Correspondería realizar análisis posteriores mediante observación de sus clases, de las programaciones y otros escritos que generan, así como entrevistas a compañeros y estudiantes donde se ponga de relevancia la adscripción de estas prácticas a una idea de enseñanza en una perspectiva de CTS asumida por los docentes entrevistados y triangulada con otras evidencias y agentes.

Además, cabría preguntarse, ante profesores con propuestas de actividades similares, cuál es el papel que reservan a sus estudiantes en sus clases, por cuánto tiempo, cómo ponen en relación sus centros con la ciencia generada en los laboratorios o la volcada en los medios de comunicación, cuánto tiempo dedican a este tipo de indagaciones, a qué proyectos dan lugar su actividad en las aulas y otras cuestiones similares. A partir de estas preguntas se han identificado unas pocas situaciones analizadas que cumplen esas condiciones.

Por otro lado, conviene valorar que cualquier actividad o experiencia dirigida hacia la innovación refleja la incertidumbre del docente en relación con las prácticas tradicionales de enseñanza, como pasa con quienes emprenden acciones contextualizantes en la enseñanza de la química. Reconocer la incertidumbre de la enseñanza (por el carácter singular de los estudiantes de cada grupo, asignando un nuevo estatus a espacios, tiempo, participantes, conocimiento y trayectoria en que se desarrolla la enseñanza) es fundamental para abrir el diálogo con las condiciones contextuales de la enseñanza.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Acevedo, J., Manassero, M. A. y Vázquez, Á. (2005). Orientación CTS para la alfabetización científica y tecnológica de la ciudadanía: un desafío educativo para el siglo XXI. En Membiela, Pedro y Padilla, Yolanda (Eds.), *Retos y perspectivas de la enseñanza de las ciencias desde el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad en los inicios del siglo XXI* (pp. 7–14). España: Educación Editora.
- Bisquerra, R. (2012). *Metodología de la investigación educativa* (3.ª ed.). Madrid, España: Narcea.
- Boff, E. y Del Pino, J. C. (2013). Currículo escolar en el contexto de la situación de estudio: drogas - efectos y consecuencias en el ser humano. *Educ. quím.*, 24(3), 351–357.
- Caamaño, A. (2011). Enseñar Química mediante la contextualización. *la indagación y la modelización, Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 69, 21–34.
- Catret, M., Gomis, J., Ivorra, E. y Martínez, J. (2013). El uso del entorno local en la formación científica de los futuros docentes, *IX Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias*, 749-753.
- Díaz Barriga F. (2003). Cognición situada y estrategias para el aprendizaje significativo, *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 5 (2), consultada por última vez en febrero 2, 2014 de la URL <http://redie.ens.uabc.mx/vol5no2/contenido-arce.html>
- Duso, L. y Maestrelli, S. (2013). Contribuições do uso de uma controvérsia sociocientífica no ensino de ciências: uma perspectiva interdisciplinar, *IX Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias*, 1106-1110.
- Fernández-González, M. y Jiménez-Granados, A. (2014). La química cotidiana en documentos de uso escolar: análisis y clasificación. *Educ. quím.*, 25(1), 7–13.
- Gómez, A. (2006). Construcción de explicaciones científicas. *Educación y Pedagogía*, 18(45), 75–83.
- Gómez, A. (2012). Enseñanza de la biología en educación básica: modelización y construcción de explicaciones multimodales. *Biografía: Estudios sobre la Biología y su enseñanza*, Número extra, Mayo: 521-532.
- Gómez, A. (2013). Estudio del papel de la experimentación y la mediación analógica en un proceso de modelización en la enseñanza de la biología, *IX Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias*, 1585-1590.
- Izquierdo, M. (2006). Por una enseñanza de las ciencias fundamentada en valores humanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 867–882.
- Jiménez-Liso, M. R. y De Manuel, E. (2009). El regreso de la Química cotidiana: ¿regresión o innovación? *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2), 257–272.
- King, D., Bellochi, A. y Ritchie, S. M. (2008). Making connections: Learning and teaching chemistry in context. *Research in Science Education*, 38(3), 365–384.
- Kvale, S. (2011). *Las entrevistas en investigación cualitativa*. Madrid, España: Morata.
- Lave, J. y Wenger, E. (1991). *Situated Learning. Legitimate peripheral participation*. New York, USA: Cambridge University Press.
- López Cerezo, J.A. (2009). Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos, [versión electrónica]. En Martín Gordillo, M. (ed.), Documentos de trabajo N.º 03. Educación, ciencia, tecnología y sociedad, (pp. 21-34). Madrid, España: Centro de Altos Estudios Universitarios de la OEI, consultado por última vez en julio 2, 2013 de la URL <http://www.oei.es/DOCUMENTO3caeu.pdf>
- Martín- Gordillo, M. y Osorio, C. (2003). Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica. *Revista Iberoamericana de Educación*, 32, 165–210.
- Membiela, P. (2002). Una revisión del movimiento CTS en la enseñanza de las ciencias. En P. Membiela (Ed.), *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad*, (pp. 91-103). Madrid, España: Narcea.
- Membiela, P. (2005). Reflexión desde la experiencia sobre la puesta en práctica de orientación Ciencia-Tecnología-Sociedad en la enseñanza científica. *Educación Química*, 16(3), 404–409.
- Meroni, G., Copello, M. I. y Ferreira, F. (2011). As dimensões da inovação no ensino da Química – Olhar dos informantes qualificados. *Momento- Diálogos em Educação*, 20(2), 31–42.
- Meroni, G., Copello, M.I. y Paredes, J. (2013). Tics en la enseñanza de la Química en Uruguay. ¿Innovación didáctica? *IX Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias*, 2320-2324.
- Rodríguez, D., Izquierdo, M. y López, D. (2011). ¿Por qué y para qué enseñar ciencias? En Secretaría de Educación Pública (Ed.), *Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI*. (pp. 13–42). Cuauhtémoc, México: Secretaría de Educación Pública.
- Sagástegui, D. (2004). Una apuesta por la cultura: el aprendizaje situado. *Sinéctica*, 24(1), 30–39.
- Solé, I. (1999). Disponibilidad para el aprendizaje y el sentido del aprendizaje. En C. Coll, E. Martín, T. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I. Solé, y A. Zabala (Eds.), *El constructivismo en el aula*. Barcelona: Graó.
- Tamayo, O. (2013). Modelos y modelización en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, *IX Congreso Internacional sobre investigación en Didáctica de las Ciencias*, 3484-3487.
- Tejada, J. (2008). Innovación didáctica y formación del profesorado. En A. De La Herrán y J. Paredes (Eds.), *Didáctica General. La práctica de la enseñanza en educación infantil, primaria y secundaria* (pp. 311–331). Madrid, España: McGraw-Hill.
- Vázquez-Alonso, A., Acevedo-Díaz, J.A. y Manassero-Mas, M.A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística, *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2), consultada por última vez en enero 7, 2013 de la URL http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen4/ART5_Vol4_N2.pdf
- Zenteno-Mendoza, B. y Garritz, A. (2010). Secuencias dialógicas, la dimensión CTS y asuntos socio-científicos en la enseñanza de la Química. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, 7(10), 2–25.