

Educación Química en Tiempos de Estallido Social: Diseño de una Propuesta para la formación del profesorado en Ciencias para la Ciudadanía en Chile

Chemical Education in times of Social Outbreak: Design of a Proposal for teacher training in Science for Citizenship in Chile

Franklin Manrique

Facultad de Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile

cobaltato@gmail.com

Catalina Iturbe

Centro de Docencia Superior en Ciencias Básicas, Universidad Austral de Chile Sede Puerto Montt

catalina.iturbe@uach.cl

<https://orcid.org/0000-0001-7472-4499>

Línea temática: Educación Científica en Educación Secundaria.

Modalidad: 2

Resumen

Se plantea una propuesta didáctica contextualizada para orientar la implementación de la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía en enseñanza media, anclada en una controversia sociocientífica relevada por el estallido social en Chile sobre la combustión de carbón en centrales termoeléctricas. A partir de una revisión bibliográfica sobre enseñanza de las ciencias en contexto, se seleccionaron criterios para caracterizar los procesos de diseño de clases del profesorado: modelos de asignatura, aproximaciones humanísticas para la química escolar, tipos y delimitación de contexto, tipos de preguntas e ideas fundamentales de la química. Los resultados dan cuenta de la utilidad de emplear criterios teóricamente fundamentados para orientar el desarrollo de propuestas contextualizadas en el marco de la asignatura.

Palabras clave

Ciencias para la ciudadanía; enseñanza de la química.

Abstract

A contextualized teaching proposal is presented to guide the implementation of the Science for Citizenship class in high school, anchored in a socioscientific issue because of the social outbreak in Chile, about the carbon combustion in thermoelectric power plants. Starting from a bibliographic revision about teaching science in context, criteria is selected to characterize the teachers' class design processes': course models, humanistic approaches for school chemistry, types and delimitation of contexts, question's types, and chemistry core ideas. Results show the utility of using theoretically grounded criteria to guide the development of contextualized proposals for this course.

Keywords

Science for citizenship; chemical education.

Objetivo

Diseñar una propuesta didáctica contextualizada teóricamente fundamentada para la formación del profesorado para la enseñanza de la química en la asignatura Ciencias para la Ciudadanía.

Marco Teórico

Enseñanza de Ciencias para la Ciudadanía

Continuando las reformas curriculares implementadas desde 2012, el ministerio de educación de Chile publicó en 2019 el programa de estudios de la asignatura Ciencias para la Ciudadanía para los grados tercero y cuarto de enseñanza media, enfocada en “promover una comprensión integrada de fenómenos complejos y problemas de nuestro quehacer cotidiano, para formar a un ciudadano alfabetizado científicamente, con capacidad de pensar de manera crítica, participar y tomar decisiones de manera informada, basándose en el uso de evidencia, promoviendo la integración tanto entre las disciplinas científicas como con otras áreas del saber” (MINEDUC, 2019), y está distribuida en los módulos de bienestar y salud, seguridad, prevención y autocuidado, ambiente y sostenibilidad, y tecnología y sociedad.

Si bien el programa evidencia fortalezas y oportunidades valiosas para promover una educación científica para el ejercicio de la ciudadanía, no está exento de debilidades y amenazas (Cofré et al., 2020), como la ausencia de espacios de formación continua del profesorado para su implementación, la escasa articulación interna de sus ejes curriculares (Naturaleza de la Ciencia, Ciencias, Tecnología y Sociedad, STEM, Aprendizaje Basado en Proyectos, Resolución de Problemas, habilidades y actitudes, Grandes Ideas y Ciudadanía Digital), o la persistencia de pruebas estandarizadas para la selección universitaria en la enseñanza media, que por su naturaleza descontextualizada, algorítmica y centrada aún en el conocimiento conceptual, fuerza a la comunidad educativa a promover una visión propedéutica de la educación científica (Acevedo-Díaz, 2004), en pos de que el estudiantado alcance puntajes suficientes para ingresar a la educación superior.

En ese marco, consideramos que la investigación en didáctica de las ciencias aporta elementos para orientar coherentemente los desafíos de su implementación en Chile. El primero proviene de la experiencia española que identifica tres modelos del profesorado de ciencias para la asignatura ciencias para el mundo contemporáneo (Pipitone, et al., 2013), cuyos propósitos y estrategias se resumen en la tabla 1.

Tabla 1. Modelos de asignatura ciencias para el mundo contemporáneo
(Pipitone, et al., 2013)

Modelo Epistémico	Modelo Utilitario	Modelo Controvertido
--------------------------	--------------------------	-----------------------------

¿Qué enseñar?	aspectos relacionados con la ampliación del conocimiento científico sobre ciencia, como la naturaleza de las ciencias y la generación y evolución del conocimiento científico.	construir una visión de ciencia aplicada, en donde el alumno utiliza sus conocimientos científicos para comprender cómo la ciencia interviene en situaciones cotidianas.	problemáticas científicas en las que destacan aspectos éticos y juicios de valor, donde la fundamentación científica no es el único referente para interpretar hechos y orientar la toma de decisiones.
¿Cómo enseñar?	favoreciendo la profundización de conocimientos ya aprendidos ayudando a los alumnos a dar coherencia y significatividad a sus conocimientos.	la situaciones cotidianas en las que interviene la ciencia para la aplicación de contenidos científicos, mediante propuestas como juegos de rol, debates, argumentaciones, búsqueda de información, etc. sobre el contexto planteado.	situaciones controvertidas en las que interviene la ciencia mediante el planteo de actividades que promueven la toma de decisiones, la defensa de puntos de vista, debates, etc.

El segundo aporte proviene de las denominadas aproximaciones humanísticas para la enseñanza de la química (Sjöström & Talanquer, 2014). La incorporación de tales referentes permitiría identificar en qué nivel se sitúan las prácticas del profesorado al enseñar tales asignaturas, así como categorizar conscientemente el propósito de sus futuras propuestas didácticas.

Tabla 2. Aproximaciones humanistas para la enseñanza de la química (Sjöström & Talanquer, 2014)

Nivel 0: química pura	desarrollo de conocimiento disciplinar (conceptual)
Nivel 1: química aplicada.	contextualización de la vida cotidiana para ejemplificar (instrumental)
Nivel 2: socioquímica.	(a) sociohistórico: comprensión del desarrollo histórico de la química. (b) sociocientífico: enfatiza la toma de decisiones basada en conocimiento científico y sus implicancias en las sociedades modernas.
Nivel 3: química crítico-reflexiva.	(a) sociocultural-filosófico: orientado hacia comprensión y problematización acerca de ideas científicas y prácticas (b) sociopolítica-ética: enfatiza en la toma de decisiones informadas y acciones sobre temas en la interfaz de ciencia, tecnología, sociedad y medioambiente.

Enseñanza de la Química en Contexto

La enseñanza de las ciencias y particularmente de la química en contexto (en inglés *context-based science teaching*) es una línea activa de investigación en didáctica de las ciencias, con numerosos aportes en torno a la formulación de orientaciones teóricas y metodológicas para el profesorado

(De Jong, 2006; Parchman, et al., 2015; Cortés, et al., 2016); la elaboración de libros de texto (Caamaño, 2018), el diseño y evaluación de propuestas didácticas en esta línea (King & Ritchie, 2012; Marchán, et al., 2015).

A rasgos generales, estas aproximaciones se adentran en la selección de contextos socialmente relevantes como punto de partida y aplicación para la enseñanza de ideas de la química, habilidades y actitudes (Cortés, et al., 2016). Parchmann, et al., (2015) los entiende como enfoques adoptados en la enseñanza de las ciencias donde el contexto y las aplicaciones de la ciencia se utilizan como punto de partida para el desarrollo de ideas científicas, en contraste con enfoques más tradicionales que cubren primero las ideas científicas, antes de analizar las aplicaciones. Sin embargo, tanto la diversidad de definiciones del término contexto como de los tipos de contexto valiosos para la educación científica constituyen un obstáculo a superar (Gilbert, 2006; King & Ritchie 2012). consideramos que tal desafío puede ser superado si el profesorado dispone de criterios lo suficientemente delimitados para orientar las decisiones de diseño de sus clases al momento de implementar asignaturas de este perfil.

El estallido social en Chile: una oportunidad para la contextualización de la química

Desde el 18 de octubre de 2019 Chile se ha visto envuelto en un periodo de estallido social traducido en un profundo malestar ciudadano hacia instituciones gubernamentales y privadas, que puso en entredicho el respeto y credibilidad de los actores que manejan, controlan y definen las condiciones de trabajo, salud, seguridad social, acceso y calidad de la justicia, transporte y educación del país (Cox y Oyarce, 2019). Varias de las problemáticas que acentuaron el descontento de la población implican la puesta en juego de ideas y prácticas científicas en torno a sus causas, consecuencias y posibles vías de resolución, y justifican la necesidad de alfabetizar científicamente a la ciudadanía en diversos niveles educativos para la construcción de posiciones informadas y acciones que aporten al bienestar colectivo.

Metodología

A partir de una revisión bibliográfica se compilaron criterios para la clasificación de contextos en la enseñanza de las ciencias y la química reportados en la literatura, resumidos en la tabla 2. Posteriormente, se identificaron posibles controversias sociocientíficas relevadas por el estallido social, entendidas como problemas abiertos y controvertidos, donde las causas, efectos o posibles vías de solución requieren la comprensión y aplicación de conocimiento tecnocientífico (España y Prieto, 2009), viables de ser empleados como punto de partida para módulos de la asignatura ciencias para la ciudadanía. Por último, se profundizó en una de ellas como propuesta de intervención para el profesorado en ejercicio.

Tabla 2. Algunos criterios para la elección de contextos en la educación científica y química. Elaboración propia.

Márquez y Roca, 2006.	Gilbert, 2006.	De Jong, 2006	Barke, et al., 2011	Cortés, et al., 2016	OCDE, 2017	Caamaño, 2018
-----------------------	----------------	---------------	---------------------	----------------------	------------	---------------

Cotidiano.	Aplicación directa de	Personal	Aire	Nada cotidiano	Salud	y	Química cotidiana.
Científico.	conceptos.	Social	Biosfera	Materiales	enfermedad.		
Histórico.	Reciprocidad entre	Profesional	Agua y suelo.	el fenómeno no es cotidiano.	Recursos naturales.		Relaciones química-sociedad, medio ambiente y sostenibilidad.
Fantástico.	conceptos y aplicaciones.	Científico	Energía.	Producción	Calidad medioambiental.		
	Dado por la propia actividad mental.	Tecnológico	Movilidad. Vivienda. Ocio.	Materiales fenómenos y escenarios cotidianos.	Riesgos.		Naturaleza, filosofía e historia de la química.
	Circunstancias sociales.		Ejercicio profesional		Límites de la ciencia y la tecnología.		
			Nutrición.				
			Salud.				
			Doméstico.				
			Naturaleza y entorno.				
					Personal		
					Local		
					Nacional		
					Global.		

Resultados

Los ejemplos de contextos relacionados con el estallido social propuestos se resumen en la tabla 3, sumando elementos como las ideas centrales de la química implicadas (Talanquer, 2016), y los módulos y objetivos de aprendizaje del programa de ciencias para la ciudadanía que podrían ser abordados. Tales contextos comulgan con un modelo controvertido o de química crítico-reflexiva, a un nivel de delimitación nacional y regional, (OCDE, 2017) y se valen de una noción de contexto como circunstancia social. (Gilbert, 2006)

Tabla 3. Ejemplos de Contextos Controvertidos para la Enseñanza de la Química crítico-reflexiva en el marco de la asignatura Ciencias para la Ciudadanía (CpC). Elaboración propia.

Contextos Relevantes	Delimitación	Idea central de la química/ Pregunta orientadora	Módulo CpC	Objetivo de aprendizaje
Descarbonización de la matriz energética chilena (Chile sustentable, 2017, Chao carbón, en línea)	Regional	<i>Causalidad y Mecanismo</i> ¿Por qué y cómo cambian estas sustancias durante la combustión? <i>Beneficio-costorriesgo</i> ¿Cuál es el impacto de estas acciones? ¿Cómo se pueden mitigar/resolver?	Ambiente y sostenibilidad	Diseñar proyectos locales, basados en evidencia científica, para la protección y utilización sostenible de recursos naturales de Chile.

Incidencia de Monocultivos de pino y eucalipto en incendios forestales (Resumen TV, 2014)	Regional	<i>Cambio Químico</i>	Ambiente y sostenibilidad	Modelar los efectos del cambio climático en diversos ecosistemas y sus componentes biológicos, físicos y químicos, y evaluar posibles soluciones para su mitigación.
Mitigación de efectos de gases lacrimógenos en manifestaciones (Suarez, 2017) (CNN, 2019)	Personal	<i>Identidad</i> ¿De qué está hecho este material? ¿Cómo identificamos las sustancias?	Seguridad, Prevención y autocuidado	Investigar sustancias químicas de uso cotidiano en el hogar y el trabajo analizando su composición, reactividad, riesgos potenciales y medidas de seguridad asociadas.
Análisis químico de perdigones usados por la fuerza pública (Jorquera y Palma, 2019)	Nacional			

De los ejemplos señalados elegimos el contexto de descarbonización de la matriz energética de Chile. Al respecto, las termoeléctricas a carbón son el principal agente de contaminación atmosférica local y global, problema que es urgente resolver con la mayor celeridad para proteger la salud de la población, los ecosistemas y las economías locales. Su principal impacto es la generación de contaminantes atmosféricos como dióxido de carbono ($\text{CO}_{2(g)}$), dióxido de azufre ($\text{SO}_{2(g)}$), óxidos de nitrógeno ($\text{NO}_{(g)}$, $\text{N}_2\text{O}_{(g)}$, $\text{NO}_{2(g)}$, $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$), los cuales afectan gravemente a la salud de la población y los ecosistemas locales (Chile sustentable, 2017), en especial en las denominadas zonas de sacrificio que abarcan regiones como Quintero y Puchuncaví. Su vinculación con la combustión proviene de una tensión con el modelo tradicional, ya que, al centrarse en la generación de dióxido de carbono, agua y energía como productos de la combustión, desconoce la diversidad de sustancias presentes en el carbón que favorece la formación de sustancias contaminantes anteriormente mencionadas.

Con base en la categorización de preguntas de Márquez y Roca, 2006, algunas preguntas que permiten problematizar el contexto señalado serían:

Explicación causal: ¿Cómo piensas que funciona una termoeléctrica a carbón para transformar energía? ¿Cómo podemos explicar que la combustión de carbón produce sustancias con efectos contaminantes diferentes al dióxido de carbono y agua?

Predicción: ¿Qué consecuencias tiene en la salud de la población y los ecosistemas costeros el uso de combustión a carbón?

Comprobación: ¿Cómo podríamos comprobar experimentalmente que la combustión de carbón produce sustancias contaminantes diferentes al dióxido de carbono y agua?

Gestión: ¿Qué alternativas de generación energética podrían implementarse en las actuales zonas de sacrificio? ¿Qué medidas pueden ser implementadas para mitigar los efectos ambientales del funcionamiento de las termoeléctricas? ¿Cómo divulgarías los resultados de sus discusiones en torno al tema para informar a nivel escolar, familiar?

Evaluación: considerando los siguientes roles: representantes de termoeléctricas a carbón, trabajadores, habitantes de zonas de sacrificio, ministerio de medio ambiente) y tus conocimientos sobre combustión de carbón: ¿Cuál sería tu posición argumentada acerca de las demandas sociales que exigen el fin de las termoeléctricas a carbón y las zonas de sacrificio, en al menos dos de los roles propuestos?

Conclusiones

Las convergencias entre los elementos aportados por la investigación en didáctica de las ciencias aquí considerados (modelos de asignatura, aproximaciones humanistas para la enseñanza de la química, ideas centrales de la química, tipos de contextualización, proximidad, tipos de preguntas) constituyen referentes potentes para orientar las decisiones didácticas del profesorado, con miras a la implementación no solo de la asignatura de ciencias para la ciudadanía sino del currículo de química en la educación superior y universitaria, por lo que las acciones formativas en esta línea deben ofertar oportunidades al profesorado para alfabetizarse científicamente, antes de considerar su transferencia a las aulas. La incertidumbre frente a los efectos de su implementación a nivel nacional visibiliza interrogantes aún pendientes de resolver: ¿cuál es el nivel de crítica que desea promover en el estudiantado en torno a actores, instituciones, acontecimientos de la realidad regional y nacional? ¿cómo podría configurarse la asignatura como un espacio que naturalice la controversia en las aulas de ciencias?

Referencias

Acevedo-Díaz, J. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 1(1),3-16.

Barke, H.; Harsch, G.; Schmid, S. (2011) *Everyday life and chemistry*. Capítulo 8. *Essentials of Chemical Education*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Caamaño, A. (2018). Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación química*, 29(1), 21-54.

CNN Chile, (29 de octubre de 2019). Las voces de quienes participaron de la histórica manifestación en Plaza Italia. (Archivo de video) https://www.youtube.com/watch?v=mIHIONH_tY0

Chile Sustentable (2017). *Matriz eléctrica y generación a carbón en Chile*. Propuestas para acelerar la transición energética. Recuperado el 15 de enero de 2020 de

<http://www.chilesustentable.net/wp-content/uploads/2017/11/Cartilla-Termoelectricas-a-Carbon-Propuestas-Para-Acelerar-La-Transicion-Energetica-2017.pdf>

Cofré, H. Ahumada, G. Camacho, J. Marzábal, A. Merino, C. Rojas, L. Santibáñez, D. & Vanegas, C. (2020). Reflexiones sobre las nuevas bases curriculares para 3° y 4° medio y el curso de ciencias para la ciudadanía. Recuperado 19 de abril de 2020, de <http://www.schec.cl/reporteschec2020/>

Cortés, Y.; Montoro, A.; Jiménez-Liso, M.; Gil, F. (2016): Perfiles de profesores de secundaria en formación inicial con relación a la química cotidiana. *Educación Química*, 27 (2), pp. 143-153.

Cox, S. y Oyarce, H. (2019). “Urgente: Chile y sus demandas. Derechos Humanos y una nueva Constitución”. Serie: “Políticas Públicas y enfoque en Derechos Humanos”. Universidad Alberto Hurtado. Chile. Recuperado el 02 de febrero de 2020 de https://www.uahurtado.cl/wp-images/uploads/2019/12/dossierN2_urgente_chile_y_sus_demandas.pdf

España, E. y Prieto, T. (2009). Educar para la sostenibilidad: el contexto de los problemas socio-científicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6, 345-354.

De Jong, O. (2006). Context-based chemical education: How to improve it? Conferencia presentada en 19th ICCE, Seul, Korea, 12-17 de Agosto. Recuperado el 4 de diciembre de 2019 de <http://old.iupac.org/publications/cei/vol8/0801xDeJong.pdf>.

Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of “Context” in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957–976.

Jorquera, L. Palma, R. (2019). Estudio de Perdigón Informe Final Unidad de Trauma Ocular. Recuperado el 04 de abril de 2020 de <https://ciperchile.cl/wp-content/uploads/informe-uchile.pdf>

King, D.; Ritchie, S. (2012). Learning Science Through Real-World Contexts. En Fraser, B.; Tobin, K.; McRobbie, J. (Eds): *Second International Handbook of Research in Science Education*, capítulo 6, 69-79, Ed. Springer. Londres.

Marchán Carvajal, I.; Sanmartí, N. (2015). «Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica». *Educación Química*, 26 (4), 267-274.

Ministerio de Educación Nacional (MINEDUC), (2019). Programa de Estudio Ciencias para la Ciudadanía. Recuperado el 17 de febrero de 2020. http://www.curriculumnacional.cl/614/articles-140116_programa.pdf

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) (2017). Marco de Evaluación y de Análisis de PISA para el Desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias, Versión preliminar, OECD Publishing, Paris.

Parchmann, I. Broman, K. Busker, M. and Julian Rudnik (2015) Context-Based Teaching and Learning on School and University Level. En García-Martínez, J. Serrano-Torregrosa, E. (Eds.). Chemistry Education. Best Practices, Opportunities and Trends. Wiley.

Pipitone, C.; Couso, D.; Sanmartí, N. (2013) Ciencias para el mundo contemporáneo: diferentes maneras de ver y entender una asignatura. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, n.º Extra, pp. 2800-2805.

Sjöström, J., & Talanquer, V. A. (2014). Humanizing chemistry education: From simple contextualization to multifaceted problematization. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1125-1131.

Suarez, S. (2017). Prevención en situaciones de riesgo: Salidas de emergencia y bombas lacrimógenas (Parte 1). Recuperado el 04 de abril de 2021 de <https://www.barquisimeto.com/2017/07/prevencion-emergencias-lacrimogenas/>

Talanquer, V. (2016). Central Ideas in Chemistry: An Alternative Perspective. *Journal of Chemical Education*, 93 (1), 3-8.