

Química, ciudadanía y sociedad. Un desafío prometedor para la enseñanza de las ciencias en Chile

Química, ciutadania i societat. Un repte prometedor per a l'ensenyament de les ciències a Xile

Chemistry, citizenship and society. A promising challenge for science education in Chile

Mario Quintanilla / Departamento de Didáctica. Facultad de Educación. Universidad Católica de Chile

Cristian Merino / Instituto de Química. Universidad Católica de Valparaíso

Ainoa Marzabal / Departamento de Didáctica. Facultad de Educación. Universidad Católica de Chile



resumen

En este artículo caracterizamos las implicaciones didácticas del 'cambio curricular' para la química escolar en Chile. Nos referimos a la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía, con la finalidad de justificar nuestra perspectiva de una «Química ciudadana». Intentamos respondernos: i) ¿qué química esperamos que aprendan los estudiantes con esta nueva asignatura?; ii) ¿qué estrategias de aula serían más apropiadas para esta nueva mirada de las ciencias?, y iii) ¿qué desafíos se plantean para la formación del profesorado de química? Finalmente, planteamos algunas propuestas que pueden promover aprendizajes de calidad en la enseñanza de la química en Chile.

palabras clave

Ciencias para la Ciudadanía, química, cuestiones sociocientíficas, currículo.

resum

En aquest article caracteritzem les implicacions didàctiques del 'canvi curricular' de la química escolar a Xile. Ens referim a l'assignatura de Ciències per a la Ciutadania, amb la finalitat de justificar la nostra perspectiva d'una «Química ciutadana». Intentem respondre'ns: i) quina química esperem que aprenguin els estudiants amb aquesta nova assignatura?; ii) quines estratègies d'aula serien més apropiades per a aquesta nova mirada de les ciències?, i iii) quins reptes es plantegen per a la formació del professorat de química? Finalment, plantegem algunes propostes que poden promoure aprenentatges de qualitat en l'ensenyament de la química a Xile.

paraules clau

Ciències per a la Ciutadania, química, qüestions sociocientífiques, currículum.

abstract

In this article we characterize the didactic implications of the 'curricular change' for school chemistry in Chile. We refer to the subject of Science for Citizenship, with the purpose of justifying our perspective of a «Citizen Chemistry». We try to answer: i) what chemistry do we expect students to learn with this new subject; ii) what classroom strategies would be more appropriate for this new view of science, and iii) what challenges are posed for the training of chemistry teachers? Finally, we put forward some proposals that can promote quality learning in chemistry teaching in Chile.

key words

Science for Citizenship, chemistry, socio-scientific issues, curriculum.

1. Introducción

Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias en general y de la química en particular es un imperativo estratégico. La alfabetización científica de la ciudadanía constituye hoy un componente básico de la educación ciudadana y de la enseñanza de la química (Area y Guarro, 2012; Izquierdo, 2022). Pero ¿qué puede aportar realmente la química a la educación científica de los escolares? La ciencia, en la educación obligatoria, contribuye a que el estudiantado logre utilizar el conocimiento científico para comprender, analizar críticamente y tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios producidos en él asociados a la actividad humana (Domènech-Casal, 2018). Los resultados de diferentes pruebas nacionales e internacionales (OECD, 2019) muestran que hasta ahora en las aulas de Chile no se está logrando el desarrollo de estas habilidades y aprendizajes, y que la enseñanza de las ciencias promueve visiones ingenuas sobre la ciencia y la práctica científica, y dificulta que los jóvenes mantengan el interés por aprender ciencias y se despierten vocaciones científicas.

En recientes publicaciones señalamos las múltiples evidencias del impacto social y cultural de la actividad científica, y las visiones contradictorias coexistentes en relación a los beneficios y perjuicios del desarrollo científico y tecnológico en la sociedad (Martins *et al.*, 2020; Cuellar *et al.*, 2021). Diferentes estudios continúan dejando en evidencia representaciones neutras, superficiales y descontextualizadas acerca de la ciencia en todos los niveles educativos. Estas visiones parciales, incompletas y en ocasiones reduccionistas sobre la actividad científica obstaculizan la valoración de este conocimiento para la partici-

pación ciudadana y al mismo tiempo otorgan escaso valor al análisis crítico de las prácticas de la ciencia (Quintanilla *et al.*, 2020).

Estas evidencias pusieron de manifiesto la necesidad de superar las limitaciones impuestas por el currículum escolar de ciencias vigente: una visión alfabetizadora excesivamente funcional, donde el conocimiento es predominantemente memorístico, y la insuficiente formación en ciencias de los estudiantes de formación técnico-profesional y artística –que representan el 40 % de la población escolar–, que limitan sus oportunidades de participación ciudadana futuras. En respuesta, el 2019 se llevó a cabo una importante reforma curricular que introdujo una nueva asignatura, Ciencias para la Ciudadanía, en los dos últimos años de escolaridad obligatoria para todas las modalidades educativas que describimos a continuación.

2. Ciencias para la Ciudadanía. Un reto intelectual para el profesorado de ciencias

Ciencias para la Ciudadanía busca promover una comprensión integrada de fenómenos complejos y problemas que ocurren cotidianamente, que contribuya a una ciudadanía alfabetizada científicamente, con capacidad de pensar de manera crítica, de participar y tomar decisiones informadas y responsables basándose en el uso de evidencia. La asignatura promueve la integración entre disciplinas científicas y su articulación con otras áreas del saber, como la matemática. Se pretende que el estudiantado adquiriera la capacidad de aplicar las ideas, prácticas, formas de razonamiento y valores de las ciencias, para comprender experiencias y situaciones cercanas, y proponer soluciones creativas y viables a problemas que puedan afectar a las personas, la sociedad

y el ambiente. La asignatura se organiza en cuatro módulos, que sitúan el aprendizaje de ideas clave y competencias científicas en doce contextos sociocientíficos relevantes, inspirados en el marco actual de la evaluación PISA (OECD, 2019) (ver tabla 1).

Los cuatro módulos de la asignatura están claramente orientados hacia contenidos CTS y los objetivos de aprendizaje tributan a ellos: salud, ambiente, enfermedades, productos químicos de uso frecuente y transgénicos, usos de la tecnología, entre otros. Aun cuando se sitúan en contextos pertinentes, la mayoría de los objetivos de aprendizaje siguen siendo de carácter instrumental y conceptual. Ninguno considera una orientación competencial explícita, como explicar fenómenos o justificar o argumentar sobre problemas sociocientíficos. En consecuencia, se declara un currículum «inspirado» en temas relevantes de ciencia, tecnología y sociedad, pero carente de una razonable promoción de habilidades cognitivo-lingüísticas o competencias científicas, favorecedoras del pensamiento crítico y la participación ciudadana (Quintanilla, 2022b).

La coexistencia de contradicciones en este nuevo currículum desafía al profesorado de ciencias, para promover estas nuevas finalidades de una química ciudadana. Entonces, ¿cuál de las distintas aproximaciones a esta nueva asignatura sería más razonable e interesante?

Frente a las incertidumbres que enfrenta el profesorado de ciencias, en este artículo proporcionamos algunas ideas que pueden orientar la implementación del nuevo currículum, promoviendo innovaciones en la enseñanza de la química que favorezcan una mayor vinculación de la resolución de problemas con las necesidades territoriales, ambientales, sociales del país. Todo ello para la

Módulo	Objetivos de aprendizaje
M1 Ambiente y sostenibilidad	<ol style="list-style-type: none"> 1. Investigar el ciclo de vida de productos de uso cotidiano y proponer, basados en evidencia, estrategias de consumo sostenible para prevenir y mitigar impactos ambientales. 2. Diseñar proyectos locales, basados en evidencia científica, para la protección y utilización sostenible de recursos naturales de Chile, considerando eficiencia energética, reducción de emisiones, tratamiento de recursos hídricos, conservación de ecosistemas o gestión de residuos. 3. Modelar los efectos del cambio climático en diversos ecosistemas y sus componentes biológicos, físicos y químicos, y evaluar posibles soluciones para su mitigación.
M2 Bienestar y salud	<ol style="list-style-type: none"> 4. Analizar, sobre la base de la investigación, factores biológicos, ambientales y sociales que influyen en la salud humana (nutrición, consumo de alimentos transgénicos, la actividad física, el estrés, consumo de alcohol y drogas y la exposición a rayos UV, plaguicidas, patógenos y elementos contaminantes). 5. Investigar y comparar diversas medicinas (incluyendo la convencional, la tradicional de nuestros pueblos originarios y la complementaria alternativa), considerando su origen, conocimientos y prácticas para la resolución de problemas de salud cotidianos. 6. Analizar, a partir de evidencias, situaciones de transmisión de agentes infecciosos a nivel nacional y mundial y evaluar críticamente posibles medidas de prevención como el uso de vacunas.
M3 Seguridad, prevención y autocuidado	<ol style="list-style-type: none"> 7. Investigar sustancias químicas de uso cotidiano en el hogar y el trabajo (medicamentos, detergentes y plaguicidas), analizando su composición, reactividad, riesgos potenciales y medidas de seguridad asociadas (manipulación, almacenaje y eliminación). 8. Diseñar, evaluar y mejorar soluciones que permitan reducir las amenazas existentes en el hogar y en el mundo del trabajo (en sistemas eléctricos y de calefacción, y exposición a radiaciones) para disminuir posibles riesgos en el bienestar de las personas y el cuidado del ambiente. 9. Analizar, a partir de modelos, riesgos de origen natural o provocados por la acción humana en su contexto local (aludes, incendios, sismos de alta magnitud, erupciones volcánicas, tsunamis e inundaciones) y evaluar las capacidades existentes en la escuela y la comunidad para la prevención, la mitigación y la adaptación frente a sus consecuencias.
M4 Tecnología y sociedad	<ol style="list-style-type: none"> 10. Diseñar proyectos tecnológicos que permitan resolver problemas personales y/o locales de diversos ámbitos de la vida (como vivienda y transporte). 11. Explicar, basados en investigaciones y modelos, cómo los avances tecnológicos (en robótica, telecomunicaciones, astronomía, física cuántica, entre otros) han permitido al ser humano ampliar sus capacidades sensoriales y su comprensión de fenómenos relacionados con la materia, los seres vivos y el entorno. 12. Evaluar alcances y limitaciones de la tecnología y sus aplicaciones, argumentando riesgos y beneficios desde una perspectiva de salud, ética, social, económica y ambiental.

Tabla 1. Módulos de contenidos específicos y objetivos de aprendizaje.

promoción de una participación ciudadana más activa, que contemple el desarrollo Escuela-Territorio y que proporcione oportunidades para una comprensión profunda del entorno, acorde a las necesidades del país, y del ciudadano del siglo XXI. Trataremos de aportar a resolver las ambigüedades de esta nueva propuesta, respondiendo a tres preguntas clave:

— ¿Qué química esperamos que aprenda el estudiantado en esta nueva asignatura?;

— ¿Qué estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la química serían apropiadas para esta nueva mirada –integral y aplicada– de las ciencias?, y

— ¿Qué desafíos plantean las Ciencias para la Ciudadanía para

la formación del profesorado de química?

3. ¿Qué química esperamos que aprendan los estudiantes en esta nueva asignatura?

Desde la didáctica de las ciencias experimentales, los estudios sobre Ciencias para la Ciudadanía han caracterizado tres posibles aproximaciones a su imple-

Modelo	Comprensión	Análisis crítico	Toma de decisiones
EPISTÉMICO Énfasis en la práctica científica	Comprender de qué manera se desarrolla la actividad científica: rol de la negociación social, creatividad, mediación de la teoría, impacto cultural y tentatividad.	Evaluar la confiabilidad de los procesos de generación de conocimiento científico, de los resultados obtenidos, discusión de los límites de validez.	Plantear situaciones que requieran toma de decisiones, donde el énfasis está en evaluar en qué conocimientos se fundamentan y su grado de confiabilidad.
UTILITARIO y CONTROVERSIAL Énfasis en la aplicación	Comprender fenómenos o hechos concretos, socialmente relevantes, no controversiales, aplicando las ideas o modelos científicos en términos de su naturaleza explicativa o predictiva.	Analizar críticamente fenómenos o hechos socialmente relevantes y controversiales que implican debate, discusión, argumentos y contraargumentos.	Plantear situaciones que requieren toma de decisiones en escenarios controversiales, donde el énfasis está en profundizar en el fenómeno o problema, con una mirada interdisciplinaria.

Tabla 2. Objetivos de aprendizaje asociados a la visión epistemológica, y utilitaria y controversial.

mentación, según su propósito subyacente: a) visión epistemológica, b) visión utilitaria y controversial y c) visión académica, que pueden proporcionarnos algunas claves para responder a esta pregunta. Para algunos autores solamente las dos primeras estarían en consonancia con la naturaleza de asignaturas como Ciencias para la Ciudadanía, en tanto se espera respondan a las actuales demandas sociales de formación científica (Pedrinaci, 2008; Pipitone, 2013). En la tabla 2 presentamos las tres aproximaciones mencionadas anteriormente con sus respectivos énfasis.

Bajo estas perspectivas es posible promover una química ciudadana en el estudiantado, contribuyendo a que esta disciplina deje de ser percibida como un saber incomprensible, peligroso, poco motivador y poco útil (Izquierdo, 2013), y los ciudadanos puedan identificar la gran cantidad de fenómenos químicos con los que convivimos y el valor de la química para comprenderlos y actuar sobre ellos (Weinrich y Talanquer, 2016). Pensar en una química ciudadana supone hoy un desafío no solo conceptual y metodológico, sino que implica

comprender la complejidad de las transformaciones sociales, políticas, culturales y económicas donde la química tiene *algo que decir*. El cambio curricular en Chile nos invita a reconocer las zonas de sacrificio del norte del país, donde abunda la contaminación de plomo, mercurio, molibdeno y arsénico; la explotación de las minas de cobre y los salares de litio, como recursos económicos clave para el presente y el futuro del país, o la contaminación atmosférica en las zonas urbanas del sur del país por la combustión de leña usada para la calefacción de los hogares, como escenarios controversiales que favorecen los aprendizajes en química, mostrando su potencial para mejorar nuestra calidad de vida.

4. ¿Qué estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la química serían apropiadas para esta nueva mirada –integral y aplicada– de las ciencias?

De acuerdo a la propuesta curricular chilena, la resolución de problemas y el aprendizaje basado en proyectos asociados a los distintos módulos en que se estructura la asignatura, serían

las estrategias más apropiadas para propiciar aprendizajes de una química vinculada con los problemas ciudadanos. La resolución de problemas es una actividad habitual en el aula de ciencias a la que se dedica una parte considerable del tiempo de enseñanza-aprendizaje. En los currículos oficiales se ha incluido generalmente como *procedimientos científicos*, al mismo nivel que la observación o la experimentación. Ocupa también un papel destacado en los libros de texto, junto a ejercicios y preguntas (Quintanilla, 2022a).

En términos tradicionales, un problema es concebido como un obstáculo que se presenta al estudiantado, que hace difícil y desafiante alcanzar un objetivo, normalmente situado en los productos de la ciencia. Hasta el presente la solución de problemas científicos escolares ha sido utilizada de manera limitada en el aprendizaje de la química, como medio para que el estudiantado se apropie de conocimientos y procedimientos (Couso, Izquierdo y Merino, 2008). Aprender a enfrentar la resolución de problemas auténticos, en cambio, nos permite situarnos en

una perspectiva de química para la ciudadanía más genuina y prometedor intelectualmente, al concebir la resolución de problemas no solamente como una competencia a desarrollar, sino también como una estrategia de enseñanza y aprendizaje para promover y desarrollar el pensamiento científico (Quintanilla, 2022a). Enfrentarse a la resolución de un problema científico escolar de química como estrategia de aprendizaje implica orientar la enseñanza hacia problemas que hacen posible la emergencia de nuevo conocimiento con sentido para el estudiantado. Han de ser «problemas auténticos», es decir, generados a partir de buenas preguntas que hacen pensar, que el estudiantado logre comprender y compartir, que lo pueda formular, argumentar, explicar, justificar o describir con sus propias palabras (Labarca, Quintanilla y Izquierdo, 2022; Quintanilla 2022a).

Bajo esta perspectiva, los problemas y proyectos sintonizan con las actividades a desarrollar en la propuesta curricular que nos ofrece la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía, porque se promueve la integración de ideas de diferentes disciplinas al buscar soluciones, mejorando las representaciones que el estudiantado construye sobre su propio territorio, desarrollando prácticas discursivas que les permiten participar como ciudadanos en las discusiones actuales, y reconociendo la importancia de sustentar las afirmaciones en evidencias, considerando sus límites de validez.

En cuanto a la evaluación de las actividades de aprendizaje, éstas debieran focalizarse en el monitoreo, seguimiento y retroalimentación de las estrategias de planificación y regulación de las etapas que conlleve la resolución de un problema o el diseño y eje-

cución de un proyecto como elementos clave de un proceso de aprendizaje activo y autónomo (Merino, Arellano y Jara, 2014). Que un estudiante sepa planificar y desarrollar un proyecto en la asignatura de Ciencias para la Ciudadanía revela que es capaz de representarse las posibles acciones que puede hacer para resolver las tareas que se le proponen y que puede aplicar los conceptos, prácticas y formas de representación de los contextos asociados en los módulos de la asignatura, monitoreando y ajustando permanentemente las operaciones escogidas.

5. ¿Qué desafíos plantean las Ciencias para la Ciudadanía para la formación del profesorado de química?

Se requiere una nueva cultura formativa y de desarrollo profesional docente identificada con las contradicciones políticas y económicas de esta época, donde la mayoría de los problemas sociales, ambientales o de salud podrían enfrentarse efectivamente con capital humano consciente de las consecuencias asociadas al actual modelo de desarrollo de la era antropocena (Equihua *et al.*, 2016). Esto implica valorar y potenciar una nueva profesionalidad emergente que reconoce y valora una lógica desarrolladora, donde la actividad formativa del profesor de ciencia se inscribe en un espacio colaborativo de reflexión, análisis y cuestionamiento de su propio proceso de profesionalización haciendo consciente no sólo los contenidos disciplinares de la química y su epistemología, sino, con ello, los mecanismos y estrategias formativas sistemáticas, dinámicas y continuas a través de los cuales toma posición teórica de la didáctica de las ciencias como campo de investigación y conocimiento, transitando así

hacia una nueva cultura docente (Martins *et al.*, 2020).

Ello implica que la formación del profesorado de ciencias debe orientarse a nuevas prácticas didácticas y discursivas que promuevan procesos intelectuales interesantes en las decisiones de diseño didáctico y en la propia «actividad discursiva escolar de la ciencia» (Candela, 2022). Requiere además compartir un paradigma de valores que se conecta con la intervención y transformación del mundo, pero también con las emociones, historias de vida, cultura y esperanzas de futuro de los estudiantes. Así, las clases de química se transforman en retos valiosos para el estudiantado, que favorecen el desarrollo del pensamiento científico y promueven la ciudadanía, la paz, la equidad, la justicia, la convivencia social y, en definitiva, los valores democráticos (Quintanilla, 2022b).

6. El conocimiento químico en el currículo de Ciencias para la Ciudadanía

Dados los ajustes realizados al currículo de ciencias (MINEDUC, 2019) se hace necesario visualizar posibles interrelaciones entre los módulos de la nueva asignatura y las dimensiones sobre la producción de conocimiento de la química como disciplina científica (Talanquer, 2009). En la tabla 3 presentamos las conexiones que visualizamos.

En el módulo Ambiente y sostenibilidad (M1), las relaciones se orientan a tomar conciencia de la emergencia climática local y global (p. e. reacciones cuyos productos sean la producción de dióxido de carbono), y evaluar acciones de mitigación, desde una visión estequiométrica.

En el módulo Bienestar y salud (M2), los conocimientos químicos se focalizarían en analizar y modelar la dinámica de la salud indi-

Módulo	Unidades	¿Qué es esto? (Análisis) ¿Cómo lo hago? (Síntesis) ¿Cómo lo cambio? (Transformación) ¿Cómo lo explico/predigo? (Modelaje)
M1 Ambiente y sostenibilidad	Unidad 1 - Cambio climático como desafío urgente: ¿Qué espero para actuar? Tomar conciencia de la emergencia climática local y global.	¿Cómo lo cambio? (Transformación) ¿Cómo lo explico o predigo? (Modelaje)
	Unidad 2 - Consumo sostenible y protección ambiental: Reflexionar, debatir y tomar conciencia de la urgencia de proteger nuestro ambiente y consumir sosteniblemente.	¿Cómo lo explico o predigo? (Modelaje)
M2 Bienestar y salud	Unidad 1 - Salud humana y medicina: ¿Cómo contribuir a nuestra salud y a la de los demás? Reflexionar y analizar la dinámica de la salud individual y colectiva, considerando factores personales, sociales y ambientales.	¿Qué es esto? (Análisis)
	Unidad 2 - Prevención de infecciones: Analizar situaciones de contagio de enfermedades e infecciones que afectan a la población en nuestros días. Evaluar las posibles medidas de prevención asociadas, valorando también la importancia de las decisiones y comportamientos de cada uno en la salud de los demás.	¿Qué es esto? (Análisis)
M3 Seguridad, prevención y autocuidado	Unidad 1 - Riesgos siconaturales en nuestros territorios: ¿Preparados para actuar en situación de emergencia? Reflexionar, tomar conciencia y adoptar medidas de prevención frente a riesgos siconaturales.	¿Qué es esto? (Análisis)
	Unidad 2 - Amenazas y riesgos cerca de nosotros: ¿Estoy actuando responsablemente? Reflexionar y actuar de manera responsable y propositiva frente a amenazas y riesgos en el hogar y en el trabajo.	¿Qué es esto? (Análisis) ¿Cómo lo explico o predigo? (Modelaje)
M4 Tecnología y sociedad	Unidad 1 - Innovación tecnológica: ¿Hasta dónde llegaremos? Reflexionar y debatir sobre los beneficios, alcances y limitaciones de los avances tecnológicos en la sociedad.	¿Qué es esto? (Análisis) ¿Cómo lo explico o predigo? (Modelaje)
	Unidad 2 - Proyectos tecnológicos: diseño, alcances e implicancias con base científica, considerando problemáticas de su contexto local.	¿Qué es esto? (Análisis) ¿Cómo lo explico o predigo? (Modelaje)

Tabla 3. Relaciones entre las dimensiones del conocimiento químico y los módulos de la asignatura Ciencias para la Ciudadanía.

vidual y colectiva, considerando factores personales, sociales y ambientales, por ejemplo el caso el consumo de alcohol y el uso de alcoholímetros para determinar su concentración en sangre. El análisis de la misma sustancia química nos sirve ahora para mirar desde otra perspectiva su uso, para mitigar el contagio de enfermedades, para la asepsia de los espacios y uso personal, por ejemplo en la determinación de concentración en un alcohol gel para manos.

En el módulo Seguridad, prevención y autocuidado (M3), los conocimientos químicos se orientan al análisis y modelamiento de situaciones de riesgo en el almacenamiento de productos químicos dedicados a la limpieza (cloro, amoníaco, entre otros), solventes (cetona, aguarrás), entre otros y su uso responsable frente a amenazas y riesgos en el hogar o centros educativos.

Finalmente, en el módulo Tecnología y sociedad (M4) los conocimientos químicos promueven analizar y modelar proyectos tecnológicos que consideren problemáticas de su contexto local, alcances y limitaciones, por ejemplo estaciones de monitoreo de contaminación o gases de efecto invernadero.

7. Propuestas y sugerencias de intervención para una química ciudadana

Al finalizar, quisiéramos plantear en función de los antecedentes presentados, algunos desafíos que pueden inspirar el futuro de la enseñanza de la química en Chile:

— Diseñar y proponer actividades, materiales e instrumentos para la clase de química que promuevan en el estudiantado actividad competencial (modelizar, explicar, argumentar, justificar) de la química que se aprende.

— Reconfigurar la estructura, conocimientos y finalidades de los libros de texto de química es-

colar, orientándolos a temas sociocientíficos de interés para el estudiantado con los valores y expectativas de nuestra época y los procesos cambiantes de un mundo nuevo y globalizado.

— Sumar ideas creativas y prometedoras como nuevas asignaturas en los diseños curriculares que colaboren a esos propósitos: química y sociedad; química y salud; química y medio ambiente; química y alimentación, entre otras materias.

8. Reflexiones finales

Asistimos a nivel planetario a un «cambio de época y no a una época de cambios» y ello tiene consecuencias inmediatas para los procesos educativos, particularmente aquellos en que la articulación entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y la cultura encuentran su convergencia más genuina y prometedora, para una intervención y transformación social urgente y necesaria, quizás como nunca antes en la historia humana. En este trabajo hemos adelantado nuestras visiones personales como profesores de química de Chile en un momento particularmente complejo para la historia de nuestro país, destacando la introducción de una asignatura nueva, Ciencias para la Ciudadanía, como el eje relevante de este análisis, caracterizando los ambientes y condiciones para que ello sea posible. Se trata de una reflexión, discreta, e inacabada por cierto, incompleta, cuya pretensión es invitar a una comprensión más profunda que promueva nuevos procesos formativos en la enseñanza y aprendizaje de la química y en el desarrollo del profesorado.

Agradecimientos

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) del Gobierno de Chile a través de los proyectos Fondecyt Regular 1211092 y 1190843.

Referencias

- AREA, M.; GUARRO, A. (2012). «La alfabetización informacional y digital: fundamentos pedagógicos para la enseñanza y el aprendizaje competente». *Revista Española de Documentación Científica*, n.º monográfico, p. 46-74.
- CANDELA, A. (2022). «Interacción discursiva y construcción de la ciencia en el aula». En: QUINTANILLA, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (ed.). *Enseñanza de ciencias para una nueva cultura docente. Desafíos y oportunidades*. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile, p. 65-82.
- COUSO, D.; IZQUIERDO, M.; MERINO, C. (2008). «La resolución de problemas». En: MERINO, C.; GÓMEZ, A.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (ed.). *Áreas y estrategias de investigación en la didáctica de las ciencias experimentales*. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona, p. 59-82.
- CUELLAR, L.; MERINO, C.; MARZABAL, A.; QUINTANILLA-GATICA, M. (2021). «La formación continua del profesorado de ciencias en Chile. Contribuciones del enfoque C-T-S-A, promotor de una ciudadanía protagonista del siglo XXI». *Boletín de la AIA-CTS*, n.º 15, p. 73-77.
- DOMÉNECH-CASAL, J. (2018). «Comprender, Decidir y Actuar: una propuesta-marco de Competencia Científica para la Ciudadanía». *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, vol. 15, n.º 1, p. 110501-110512.
- EQUIHUA, M.; HERNÁNDEZ, A.; PÉREZ, O.; BENÍTEZ, G.; IBAÑEZ, S. (2016). «Global Change: the Anthropocene». *CIENCIA ergo-sum*, vol. 23, n.º 1, p. 67-75.
- IZQUIERDO, M. (2013). «School Chemistry: An Historical and Philosophical Approach». *Science Education*, n.º 22, p. 1633-1653.
- (2022). «Química para el ciudadano». En: QUINTANILLA, M.;

- ADÚRIZ-BRAVO, A. (ed.). *Enseñanza de las ciencias para una nueva cultura docente. Desafíos y oportunidades*. Santiago de Chile: Ediciones UC, p. 309-336.
- LABARCA, M.; QUINTANILLA, M.; IZQUIERDO, M. (2022). «El problema del Grupo 3 de la tabla periódica. Su enseñanza mediante la argumentación y la explicación científica. Primera parte». *Ciência & Educação (Bauru)*, vol. 28(e22013), p. 1-12.
- MARTINS, I.; QUINTANILLA-GATICA, M.; AMADOR, R.; CABRERA, G.; DAZA, S.; OSPINA, N.; PEREIRA, J. (2020). «Breves aproximaciones sobre la historia, las tendencias y las perspectivas del movimiento CTS en América Latina». *Boletim da AIA-CTS*, n.º 12 (ed. especial), p. 99-104 (1).
- MERINO, C.; ARELLANO, M.; JARA, R. (2014). «La promoción de la regulación y autorregulación en química a través de la actividad experimental». En: MERINO, C.; ARELLANO, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (ed.). *Avances en Didáctica de la Química: Modelos y Lenguajes*. Valparaíso: Ediciones Universitarias Valparaíso, p. 119-130.
- MINEDUC (2019). «Bases Curriculares» [en línea]. <<https://www.curriculumnacional.cl/614/w3-propertyvalue-120183.html>>
- OECD (2019). «PISA 2018 Science Framework». En: *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. París: OECD Publishing.
- PEDRINACI, E. (2008). «¿Tiene sentido una materia como las Ciencias para el Mundo Contemporáneo?». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 16, n.º 1, p. 9-16.
- PIPITONE, M. C. (2013). *Visión del profesorado sobre la implementación de una nueva asignatura: Ciencias para el mundo contemporáneo*. Tesis doctoral, Universitat Autònoma de Barcelona.
- Disponible en línea en: <<https://www.tdx.cat/handle/10803/123208>>
- QUINTANILLA, M. (2022a). «Las competencias de pensamiento científico en el aula. Aportes teóricos y metodológicos para promover y desarrollar aprendizajes de nivel superior». En: QUINTANILLA, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. (ed.). *Enseñanza de ciencias para una nueva cultura docente. Desafíos y oportunidades*. Santiago de Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile, p. 25-64.
- (2022b). «Ciencia, ciudadanía y valores promotoras de una nueva educación para Chile». En: ROMERO, M.; TENORIO, S. (ed.). *Educación y Nueva Constitución. Repensar lo Educativo*. Buenos Aires, Santiago de Chile: CLACSO. Fondo Editorial UMCE, p. 371-400.
- QUINTANILLA, M.; MARZÁBAL, A.; MERINO, C.; CUELLAR, L. (2020). «La educación CTS en Chile. Reflexiones, historia, tendencias y perspectivas de futuro». *Boletim da AIA-CTS*, n.º 12, p. 131-136.
- TALANQUER, V. (2009). «Química: ¿Quién eres, a dónde vas y cómo te alcanzamos?». *Educación Química*, n.º 20, p. 220-226.
- WEINRICH, M.; TALANQUER, V. (2016). «Mapping students' modes of reasoning when thinking about chemical reactions used to make a desired product». *Chemical Education Research and Practice*, n.º 17, p. 394-406.



Cristian Merino Rubilar

Es licenciado en Educación y profesor de Química y Ciencias Natu-

rales por la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso y Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universidad Autónoma de Barcelona. Es docente e investigador en Enseñanza de la Química, en diferentes niveles educativos en el Instituto de Química de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (Chile).

C. e.: cristian.merino@pucv.cl



Ainoa Marzabal Blancafiort

Es licenciada en Química y profesora de Física y Química de la Universidad Autónoma de Barcelona y Doctora en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universidad Autónoma de Barcelona. Es formadora de profesores e investigadora en Educación Química a nivel escolar, en la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Chile).

C. e.: amarzabal@uc.cl



Mario Roberto Quintanilla-Gatica

Es licenciado en Educación en Química y Biología por la Universidad de Santiago de Chile (1986) y Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Universidad Autónoma de Barcelona (1997). Profesor Asociado de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Investigador en la formación inicial y continua del profesorado de ciencias en el nivel escolar y universitario.

C. e.: mquintag@uc.cl