

## Hidrógeno verde en contextos educativos: la experiencia H2GP en la formación inicial docente

Bernardo Madariaga\*, Carla Olivares-Petit

### Resumen

La crisis climática y energética que enfrenta el planeta, interpela tanto al desarrollo tecnológico sostenible, como a la formación de ciudadanas y ciudadanos conscientes de las necesidades de innovación que requiere una sociedad energéticamente sostenible. Desde la Didáctica de las Ciencias, lo anterior demanda a reorientar la formación docente hacia una Alfabetización Científica-Energética. Para entender las implicancias de este fenómeno como una controversia sociocientífica que abarca diversos aspectos del desarrollo humano, los procesos educativos orientados en base a modelos ABP con enfoque STEAM se hacen pertinentes con la visión de un país sostenible. En este marco, la experiencia “H2 Grand Prix” se ha articulado como un escenario que promueve el desarrollo de diversas competencias en el proceso de formación docente en ciencias. Esta experiencia educativa se centra en identificar cómo la experiencia impacta en el desarrollo de competencias pedagógicas, técnicas y socioemocionales, así como la visión sobre la enseñanza de la ciencia y la energía sostenible, donde se concluye que la experiencia ha influido en la perspectiva acerca del liderazgo educativo, la inclusión de mujeres en contextos altamente masculinizados y la gestión de equipos escolares en contextos no formales.

**Palabras clave:** Enseñanza de las ciencias, formación de docentes, método de enseñanza (ABP/STEAM), educación no formal

## Abstract

The current climate and energy crisis calls for both sustainable technological development and the education of citizens who are aware of the innovations required by an energy-sustainable society. From a Science Education Didactics perspective, this imperative entails reorienting teacher preparation toward Scientific–Energy Literacy. To grasp this phenomenon as a socio-scientific issues spanning multiple dimensions of human development, project-based learning (PBL) with a STEAM orientation emerges as a pertinent pathway consistent with a sustainable national vision. Within this framework, the “H2 Grand Prix” has been articulated as a learning arena that fosters diverse competencies within pre-service science teacher education. This educational experience focuses on identifying how participation impacts the development of pedagogical, technical, and socio-emotional competencies, as well as perspectives on the teaching of science and sustainable energy. It concludes that the experience has influenced views on educational leadership, the inclusion of women in highly masculinized contexts, and the management of school teams in non-formal environments

**Keywords:** Science education, teacher education, teaching methods (PBL/STEAM), nonformal education

## 1. Introducción

La crisis climática, impulsada por la emisión descontrolada de gases de efecto invernadero y el uso intensivo de combustibles fósiles, ha llevado a la humanidad a un punto de inflexión. Este desafío global no solo requiere soluciones inmediatas, sino también innovaciones que transformen el paradigma energético. Es bajo esta mirada que el hidrógeno verde, se perfila como un vector energético clave en la transición energética a nivel mundial. Las proyecciones apuntan a un rápido crecimiento: la disminución esperada en los costos de energías renovables permitiría abaratar significativamente el hidrógeno verde hacia 2030.

Reconociendo esta oportunidad, el Gobierno de Chile presentó en 2020 la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, con objetivos ambiciosos: producir el hidrógeno verde más barato del planeta al 2030, posicionar a Chile entre los tres principales exportadores de H<sub>2</sub> verde al 2040. En coherencia con dicha estrategia inicial, el Plan de Acción Nacional de Hidrógeno Verde 2023-2030 refuerza la hoja de ruta al 2030 mediante 81 medidas concretas, con una visión de Estado que concilia el desarrollo industrial en este ámbito, con el respeto al medio ambiente y las comunidades, así como el compromiso de innovar en la educación profesional y técnico-profesional (Ministerio de Energía, 2023).

En paralelo al desarrollo tecnológico, surge la necesidad de reorientar la formación inicial docente en ciencias para responder a los desafíos socioambientales actuales. La educación científica del siglo XXI no puede limitarse a conceptos abstractos descontextualizados, sino que debe promover en las y los docentes del futuro una conciencia ambiental y energética sólida, así como las habilidades didácticas para ponerla en acción. Esto implica que él o la docente en formación desarrolle valores y actitudes hacia el desarrollo sostenible, fomentando una pedagogía crítica y contextualizada en el aula con el fin de conectar los contenidos científicos con la realidad social y ambiental de estudiantado, promoviendo la reflexión sobre problemas reales (cambio climático, crisis energética, contaminación, etc.) y empoderando al estudiantado para actuar de forma informada. En este contexto, cobra importancia el concepto de alfabetización científica y energética (Dixon-Pineda, 2022). La alfabetización científica tradicionalmente se refiere a la capacidad de entender y aplicar conceptos de ciencia en la vida cotidiana; ahora, frente a la urgencia climática, incluye comprender temas energéticos y ambientales para tomar decisiones informadas frente a controversias de orden sociocientífico (Olivares-Petit et al., 2024). Para llevar esta perspectiva a la práctica, es fundamental el involucramiento activo de las y los estudiantes en proyectos educativos, especialmente aquellos desarrollados fuera del aula tradicional. Cuando estas experiencias se relacionan con la energía sostenible y la electromovilidad resulta altamente beneficioso, fomentando su compromiso y comprensión de los temas de sostenibilidad.

Al involucrar a las y los estudiantes en proyectos de electromovilidad y energías limpias, la escuela contribuye a formar capital humano con consciencia de la transición energética. Un ejemplo de

actividades de este tipo que se están desarrollando en el país, es la Final Nacional H2 Grand Prix, una competencia de autos radiocontrolados a escala propulsados por una celda de hidrógeno. En su segunda versión, este evento reunió a 20 equipos de estudiantes de todo el país en septiembre de 2025, quienes demostraron su creatividad, habilidades técnicas y trabajo en equipo, durante el desarrollo del Congreso Hyvolution, el cual se lleva a cabo en Francia (desde 2017) y Chile (desde 2023). La carrera no sólo destacó el potencial de las energías renovables, sino que también reforzó la importancia de las alianzas estratégicas de instituciones de formación técnico profesional, como la corporación SOFOFA, en el desarrollo de capital humano y técnico de las y los futuros profesionales. En este sentido, la actividad que se describe y estudia en este trabajo, responde a acciones formativas que ocurren en un espacio educativo no formal, con impacto en la educación tradicional de las y los estudiantes técnico-profesionales involucrados en la competición.

## 2. Metodología

Este trabajo adopta un enfoque cualitativo de tipo fenomenológico, con el propósito de describir la experiencia vivida por las y los docentes en formación inicial de pedagogía en física y química que participaron en el evento como parte del equipo organizador y técnico. La sistematización de datos asociados a este trabajo, se realizó mediante levantamiento de categorías emergentes, a partir del discurso, similar a un “Member Checking” (McKim, 2023). Las categorías permitieron identificar cómo la experiencia, desde la percepción de los participantes, impacta en el desarrollo de sus competencias pedagógicas, técnicas y socioemocionales, así como la visión sobre la enseñanza de la ciencia y la energía sostenible. Para el análisis de las experiencias recogidas, se genera una mediación intencionada del discurso desde dos áreas principales: **Impacto en la identidad profesional docente** y la **integración de tecnologías emergentes en la educación científica, con énfasis en energía.**

La población participante fue de 20 estudiantes de las carreras anteriormente señaladas, todas y todos pertenecientes a una universidad chilena con tradición pública, quienes han acompañado en el desempeño de las y los participantes de la competición (aproximadamente 170 estudiantes de Técnico-Profesional), durante dos años consecutivos. Es relevante destacar que, la población mencionada, interactúa con 70 docentes coach, además de los equipos ampliados de los centros escolares que se encuentran estimados en más de 350 estudiantes (a la fecha más de 500 estudiantes de educación técnico-profesional han tenido la oportunidad de aprender de las tecnologías basadas en el uso del hidrógeno verde, con enfoque STEAM a partir del desarrollo del H2 Grand Prix Chile).

Una vez realizado los registros de interacciones, se analizan en función de las dos categorías predeterminadas y puntos de mediación intencionados, relevando que, como parte del proceso, emergieron otras categorías, las que se presentan en el apartado de resultados.

### 3. Resultados y discusiones

La participación de estudiantes de pedagogía en el H2 Grand Prix Chile (2024-2025) representó una oportunidad única para el desarrollo de competencias docentes en un contexto aplicado y multidisciplinario. Los hallazgos han sido sistematizados en la tabla siguiente:

**Tabla 1**

*Categorías de sistematización y resultados emergentes*

<b>Categorías predeterminadas</b>	<b>Mediación intencionada</b>	<b>Categorías emergentes</b>
<b>Impacto en la identidad profesional docente</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Percepción sobre rol del profesor/a en estos espacios.</li> <li>2. Valoración de variables socioemocionales en el proceso (desde la perspectiva docente)</li> <li>3. Contribución al perfil profesional derivado de la participación</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Valoración del rol femenino en la educación STEAM desde el rol docente (10/20)</li> <li>2. Valoración de trabajo en equipo en contextos de competencias (20/20)</li> <li>3. Valoración positiva de trabajar bajo presión en el contexto de la competencia (valoración de respuestas socioemocionales) (20/20)</li> <li>4. Valoración positiva de trabajar bajo presión en el contexto de la competencia (valoración de respuestas socioemocionales) (5/20)</li> </ol>
<b>Integración de tecnologías emergentes en la educación científica, con énfasis en energía.</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Percepción sobre el uso de tecnologías en proyectos ligados a la educación no formal</li> <li>2. Valoración de la enseñanza de las ciencias en aspectos energéticos</li> <li>3. Contribución desde el rol docente sobre el uso de la tecnología</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Declaración de la necesidad de tener formación en uso e implementación de tecnología en contextos educativos (7/20)</li> <li>2. Declaración de necesidad formativa (baja apropiación) de conocimientos en energía como una controversia socio-científica que se requiere trabajar en la FID (9/20)</li> </ol>

**Nota.** La tabla sistematiza las categorías establecidas en la metodología y las resultantes del discurso, denominadas “emergentes. Se indican los individuos que declaran dichas categorías del total de la población.

Otros hallazgos dicen relación con el liderazgo positivo (10 individuos) en el contexto y en una medida transversal, la necesidad de dominar como segundo idioma el inglés.

#### 4. Conclusiones y proyecciones

Esta experiencia refuerza la idea de que la formación docente debe trascender el aula universitaria e incluir espacios de aprendizaje aplicado, como los contextos de educación no formal, donde las y los docentes del futuro puedan desarrollar habilidades didácticas y pedagógicas en un contexto real (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2019). Integrar experiencias de este tipo en la formación inicial docente contribuirá a la construcción de una educación en ciencias más contextualizada, innovadora y relevante para los desafíos del siglo XXI.

Como proyecciones de este trabajo, será necesario sistematizar a profundidad la experiencia para generar más evidencia acerca de los beneficios de la participación en proyectos educativos en FID. Esto contribuirá a diseñar estrategias formativas que fortalezcan la enseñanza de la ciencia desde un enfoque sociocientífico, en diversos contextos de aprendizaje y con foco en la formación inicial docente en ciencias.

#### Referencias

- Dixon-Pineda, M. (2022). Un acercamiento a la noción de alfabetización en energía. *Investigación y Pensamiento Crítico*, 10(1), 51–58. <https://doi.org/10.37387/ipc.v10i1.275>
- McKim, C. (2023). Verificación significativa de miembros: un enfoque estructurado para la verificación de miembros. *Revista Americana de Investigación Cualitativa*, 7(2), 41-52
- Ministerio de Energía. (2023). *Plan de Acción de Hidrógeno Verde 2023-2030*. Santiago, Chile: Gobierno de Chile.
- Olivares-Petit, C., Cerda, M., Madariaga, B. y Quintanilla-Gatica, M. (2024). Controversias sociocientíficas en la formación inicial docente: una reflexión desde el contexto chileno. *Sisyphus – Journal of Education*, 12(3). <https://doi.org/10.25749/sis.36567>
- Vázquez-Alonso, A., y Manassero-Mas, M. (2019). La educación de ciencias en contexto: Aportaciones a la formación del profesorado. *Tecné, Episteme Y Didaxis: TED*, (46), 15–37. <https://doi.org/10.17227/ted.num46-10538>