

Reflexiones sobre las estrategias de política pública sobre hidrógeno en Chile y Uruguay: tres dimensiones para un análisis teórico

Nahuel Roel Aspeé¹

¹ Universidad de la República, Uruguay. Correo electrónico: nahuroel99@gmail.com. <https://orcid.org/0009-0009-6356-1159>

Recibido: 15/02/2024. Aceptado: 05/07/2024.



Reflexiones sobre las estrategias de política pública sobre hidrógeno en Chile y Uruguay: tres dimensiones para un análisis teórico

RESUMEN

Este estudio examina las políticas públicas sobre producción de hidrógeno verde en Chile y Uruguay, evaluando los documentos estratégicos que enuncian dichas políticas en ambos países, y prestando especial atención a las consecuencias socioambientales del desarrollo de esta industria. El hidrógeno verde, producido mediante energía renovable, emergió como una alternativa crucial para la descarbonización y la transición energética global. En Latinoamérica, una región con abundantes recursos naturales y un interés creciente en esta industria, representa una gran oportunidad económica, pero también implica grandes desafíos medioambientales. El trabajo, que incorpora un análisis discursivo de los documentos relevantes, propone además un análisis teórico desde tres perspectivas: igualdad, justicia y emancipación. Se observa en ambos países una fuerte orientación hacia la exportación y un enfoque centrado en los beneficios económicos, al tiempo que se evidencia un sólido optimismo y clara falta de atención a posibles repercusiones socioambientales negativas. En suma, el artículo insta a reconsiderar los marcos institucionales vigentes desde tres ejes clásicos de la teoría política, con el objetivo de postular la necesidad de políticas públicas que aborden integralmente los desafíos socioambientales de la región y de una mayor densidad de producción académica desde las ciencias sociales sobre esta temática.

Palabras clave: Políticas públicas, Hidrógeno verde, Descarbonización, Transición energética, Impactos socioambientales

Observations on Public Policy Strategies Regarding Hydrogen in Chile and Uruguay: Three Dimensions for a Theoretical Analysis

ABSTRACT

This study examines public policies on green hydrogen production in Chile and Uruguay, evaluating the strategic documents that outline these policies in both countries, and paying special attention to the socio-environmental consequences of the development of this industry. Green hydrogen, produced using renewable energy, has emerged as a crucial alternative for decarbonization and global energy transition. In Latin America, a region with abundant natural resources and a growing interest in this industry, it presents a significant economic opportunity but also entails considerable environmental challenges. The study, which includes a discourse analysis of relevant documents, also proposes a theoretical analysis from three perspectives: equality, justice, and emancipation. Both countries exhibit a strong export orientation and a focus on economic benefits, while also showing a high degree of optimism and a lack of attention to potential negative socio-environmental repercussions. In summary, the article calls for a reconsideration of the current institutional frameworks from three classic axes of political theory, aiming to highlight the necessity for public policies that comprehensively address the region's socio-environmental challenges and advocate for greater academic production density from the social sciences on this topic.

Keywords: Public policies, Green hydrogen, Decarbonization, Energy transition, Socio-environmental impacts

INTRODUCCIÓN

El hidrógeno verde, también conocido como hidrógeno renovable, es una alternativa moderna frente al hidrógeno tradicional generado a partir de la utilización de combustibles fósiles. La producción de hidrógeno verde implica el uso de fuentes de energía renovables, como la eólica y la solar, para dividir agua en hidrógeno y oxígeno mediante un proceso llamado electrólisis.

La demanda de hidrógeno verde crece rápidamente a medida que los países y las empresas, sobre todo en las regiones más desarrolladas, adoptan tecnologías energéticas cada vez más avanzadas. Según un informe de la Agencia Internacional de Energías Renovables, la demanda mundial de hidrógeno podría multiplicarse por siete para 2050, y el mercado alcanzaría para ese año los 1,4 billones de dólares (IRENA, 2022).

En América Latina existe un inmenso potencial para la generación de hidrógeno verde. La región alberga casi un tercio de las reservas mundiales de agua potable, al tiempo que se beneficia de bajos costos en mano de obra y de una capacidad instalada para la producción de energía renovable. En función de esto, el impulso del hidrógeno renovable es cada vez mayor y varios países latinoamericanos están optimizando sus estrategias de hidrógeno a largo plazo e iniciando proyectos de producción, generalmente en conjunto con empresas europeas, con expectativas de exportar el hidrógeno a Europa (IEA, 2021).

Este auge del hidrógeno verde en América Latina presenta una gran oportunidad económica, pero también plantea desafíos significativos para la sostenibilidad ambiental en la región (Kalt & Tunn, 2022). A medida que los países se esfuerzan por desarrollar esta nueva industria, es esencial discutir desde las ciencias sociales los posibles impactos negativos que puede tener en el medio ambiente. La expansión de la producción de hidrógeno verde podría llevar a un aumento en la demanda de recursos naturales, específicamente territoriales e hídricos, lo que podría afectar ecosistemas y comunidades locales.

A pesar de los desafíos ambientales, el sector se percibe como una oportunidad estratégica para diversificar las economías y reducir la dependencia de los combustibles fósiles, al tiempo que se fomenta la innovación y la creación de empleo. Para aprovechar al máximo esta coyuntura, los países latinoamericanos se esfuerzan por colaborar con actores económicos internacionales y han elaborado hojas de ruta y documentos estratégicos para robustecer el marco institucional de esta industria.

En función de lo expuesto, se considera que es imprescindible comenzar a contar con nuevas investigaciones sobre las cada vez más relevantes estrategias de política pública en cuanto a producción de hidrógeno renovable en los países sudamericanos, así como sobre los posibles impactos de esta actividad. En el presente artículo se pretende identificar algunas dimensiones de análisis desde la teoría política para

discutir la orientación de política pública en cuanto a la industria del hidrógeno verde, en Chile y Uruguay, con foco en los principales documentos estratégico-programáticos presentados por estos países.

Chile y Uruguay como casos fueron seleccionados tanto por su liderazgo en energías renovables e hidrógeno verde en América Latina (Wyczykier, 2022) como por sus fortalezas institucionales y la alta calidad de sus políticas públicas (Chuaire & Scartascini, 2014). Ambos países cuentan con lineamientos de política pública de hidrógeno bien definidos y difundidos, y existen, en los dos sitios, proyectos de producción de hidrógeno verde que ya están en su etapa de desarrollo. Por estos motivos, se considera que son casos relevantes y viables en el marco de esta exploración.

Para abordar la temática, se plantea realizar un breve análisis discursivo de los documentos programáticos de estos países, y un posterior análisis teórico que se fundamenta en tres dimensiones principales: igualdad, justicia y emancipación. La finalidad es contribuir desde estas perspectivas al debate y la evaluación de las orientaciones de política pública vigentes y explicitar problemáticas que surgen como relevantes.

LOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTALES DE LA INDUSTRIA DEL HIDRÓGENO

La expansión de la industria del hidrógeno verde está impulsada por una serie de factores, como la creciente demanda de soluciones de descarbonización y las dinámicas geopolíticas de la producción de energía en el mundo desarrollado. En este contexto, el hidrógeno verde emerge como una opción sumamente atractiva para mitigar las emisiones de carbono en diversos sectores, desde el transporte hasta la generación de energía y los procesos industriales (Dawkins *et al.*, 2022; Wyczykier, 2022).

Otro aspecto crucial que ha contribuido al auge del hidrógeno verde es la disminución sostenida en los costos de las tecnologías de energías renovables. La convergencia de estos elementos ha generado un entorno propicio para el crecimiento y la expansión de esta industria, brindando una alternativa para abordar los desafíos energéticos actuales (Dawkins *et al.*, 2022). La mayoría de los actores económicos de peso se alinean con una postura que defiende que la producción de hidrógeno verde es una de las estrategias más efectivas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (Atilhan *et al.*, 2021), y existe cierto grado de acumulación técnica que indicaría que los efectos ambientales serían mínimos y que la industria no se vería afectada por la disminución de los recursos (Dawkins *et al.*, 2022; Midilli, 2005).

Sin embargo, cabe destacar que existe una amplia gama de evidencia que indica que la producción de hidrógeno verde puede presentar varios desafíos ambientales,

incluyendo la toxicidad humana, ecotoxicidad, el uso del suelo, el uso de los recursos minerales y el riesgo de agotamiento del agua (Shen *et al.*, 2024; Ullman & Kittner, 2022). Estos desafíos recién mencionados tienen, de hecho, una magnitud entre dos y 29 veces mayor que en la producción de hidrógeno no renovable (Shen *et al.*, 2024).

El hidrógeno verde solo es verdaderamente renovable si se utilizan fuentes de agua cuya gestión es sostenible, reduciendo al mínimo el impacto en los ecosistemas (Woods *et al.*, 2022). La extracción y el usufructo de fuentes de agua dulce pueden afectar la disponibilidad de agua para otros fines, como el uso humano, y también alterar el flujo natural de los recursos hídricos en un ecosistema. La extracción de agua de los acuíferos, además de lo que significa a nivel de la gestión de los recursos hídricos, puede provocar otros inconvenientes como severos desplazamientos de tierra (Barreiro, 2023).

Por su parte, la producción de amoníaco y metanol genera residuos y a menudo implica el uso de productos químicos que pueden ser tóxicos o nocivos para el medio ambiente, contaminando potencialmente las fuentes de agua si no se manipulan adecuadamente. En caso de vertidos o fugas en las masas de agua, se pondrá en peligro la vida acuática y a las comunidades que dependen de estos recursos.

En este sentido, cabe destacar que en Chile han existido denuncias de afectación de las napas de agua subterránea por parte de empresas de generación de energía renovable (Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales, 2022). En Uruguay se han acumulado cuestionamientos relativos al Proyecto Tambor de producción de hidrógeno verde, ya que utilizaría entre 500 y 700 metros cúbicos de agua al día que se obtendrían de fuentes subterráneas (Barreiro, 2023).

Según académicos locales, los gestores del Proyecto Tambor aprovechan la escasa a nula gestión del agua subterránea en Uruguay: «[El proyecto] no menciona absolutamente nada con respecto a la materia prima principal del proceso, que es agua subterránea. El hidrógeno verde y el metanol no deberían realizarse con aguas subterráneas que es agua potable» (Bacchetta, 2022). Hidrogeólogos locales apuntan en la misma dirección: «Es muy preocupante que el hidrógeno se haga con agua subterránea, en vez de considerarla como una reserva estratégica y recurso natural de vital importancia» (Méndez, 2023).

La equidad en el acceso al agua se convierte en una inquietud relevante en las regiones áridas, donde los limitados recursos hídricos podrían ser direccionados hacia la producción de hidrógeno en lugar de satisfacer las necesidades locales de agua. Se suele manejar como una posible solución la implementación de plantas desalinizadoras. No obstante, este enfoque genera posibles repercusiones adversas en los ecosistemas marinos y en la práctica de la pesca responsable (Kalt & Tunn, 2022). En Chile, teniendo en cuenta los graves problemas de sequía y escasez de

agua que afectan al país, el agua de mar es el insumo considerado para los proyectos de hidrógeno verde, pero el propio proceso de desalinización también genera residuos (De Guio, 2022). Además, sumado a las consecuencias que puede traer la demanda de agua, se deben tener en cuenta los impactos causados por la disposición de grandes masas de agua de alta conductividad (Kazimierski, 2021).

Por otro lado, también emergen conflictos relacionados con los derechos de propiedad sobre la tierra. La exigencia de extensas áreas para la instalación de aquellas infraestructuras necesarias para producir energía renovable puede despertar tensiones con los propietarios de los terrenos, y con otros usos de suelo como la agricultura o la ganadería. Como informa La Prensa Austral (2022) ya se han producido algunos casos de conflicto entre propietarios privados de terrenos e industrias de hidrógeno verde en Magallanes, Chile. También se han suscitado conflictos de carácter étnico debido a la gestión del territorio. Esto ha sido denunciado en el caso del pueblo chango de Antofagasta (Coalition for Human Rights in Development, 2024) y del pueblo mapuche en Río Negro (Radio 3, 2022), donde las comunidades indígenas elaboraron un documento que expresa que las tierras fiscales de las que hablan varios de los proyectos de producción de hidrógeno verde están ocupadas por comunidades indígenas y pobladores dispersos mapuches-tehuelches.

Asimismo, estos conflictos han sido investigados para el caso de La Guajira en Colombia por Ullman y Kittner (2022), quienes expresan que los mayores impactos de la producción de hidrógeno líquido a partir de energía eólica en esa geografía son los asociados a las decisiones sobre la ubicación del parque eólico, sobre todo teniendo en cuenta que es territorio del grupo indígena wayuu. Una industria del hidrógeno verdaderamente sostenible debe considerar especialmente la manera en que el emplazamiento de nuevos centros de producción de energía renovable afecta a las comunidades locales e indígenas, para efectivizar un auténtico respaldo a los derechos humanos y a los derechos de los pueblos originarios (Ullman & Kittner, 2022).

También se han cuestionado en gran medida las prioridades exportadoras de la industria del hidrógeno (Cuenca, 2021; Observatorio Parlamentario, 2022). Según Kalt y Tunn (2022), en naciones productoras es posible que surja una tensión entre la orientación exportadora de los proyectos de producción de hidrógeno verde y la utilización de este recurso para descarbonizar la matriz energética nacional. En otros términos, si bien las afectaciones medioambientales de la producción de hidrógeno verde son significativas, la situación se agrava debido a la voluntad exportadora. Si los países productores desarrollaran una industria del hidrógeno verde orientada hacia el mercado interno podrían compensar, en cierto sentido, los resultados negativos, al integrar este recurso en su propia matriz energética, haciendo que sectores como el transporte tengan una menor afectación ambiental.

Se hace necesario entonces lograr equilibrar los beneficios económicos derivados de la exportación de hidrógeno verde con la necesidad de abordar las metas locales de sostenibilidad y satisfacer la demanda energética. Según rezaba una advertencia del Observatorio de Conflictos Ambientales de Chile: «La prioridad del hidrógeno verde lamentablemente está puesta en la exportación y Chile no va a tener hidrógeno verde» (Moya, 2022). Al mismo tiempo, Leopoldo Suescun, académico uruguayo vinculado a la promoción del desarrollo del hidrógeno verde, sostiene que «la principal motivación es la generación de hidrógeno verde y derivados para exportación, siendo su incorporación a la matriz nacional un objetivo de segundo orden» (Méndez, 2022).

Incluso teniendo en cuenta lo anterior, es realmente difícil estimar el verdadero impacto de la producción de hidrógeno renovable en los ecosistemas y las sociedades de la región, principalmente debido a una ausencia de información fidedigna que analice sistemáticamente las afectaciones de esta industria. No se han encontrado estudios que ponderen de forma detallada los impactos acumulativos de la actividad en el uso de agua y suelo, ni en la flora y fauna, ni que analicen en profundidad aspectos asociados al impacto de la participación ciudadana en la industria (Kazimierski, 2021). Lógicamente, el riesgo ambiental resulta una preocupación siempre que existen actividades vinculadas a la explotación de los recursos naturales, y surge la posibilidad de que ciertas industrias busquen maquillar sus operaciones afirmando que producen energía renovable, aunque su actividad industrial en conjunto sea mucho más abarcativa (Kalt & Tunn, 2022).

Más allá de este análisis de las consecuencias de la actividad y tal como se ha mencionado previamente, en tanto se concibe que contribuirá a la descarbonización, al crecimiento económico, y que ayudará a Europa a ser menos dependiente del gas natural procedente de Rusia, la transición a la economía del hidrógeno ha ido cobrando impulso en varias regiones desarrolladas del mundo. En este contexto, y debido a las características de su proceso de producción, es claro que una parte significativa del hidrógeno bajo en carbono deberá importarse de países de África y de Sudamérica (Kalt & Tunn, 2022; Shen *et al.*, 2024).

Aunque este escenario podría presentar una coyuntura propicia para que dichos países obtengan ventajas de índole financiera, tecnológica y socioeconómica, resulta imperativo reconocer las inherentes asimetrías de poder existentes entre el hemisferio norte y el sur global. Estas disparidades de poder poseen el potencial de acarrear consecuencias sustantivas en la distribución global de los costos y beneficios asociados a la transición hacia el hidrógeno. Concretamente, existe el riesgo de que los países desarrollados se beneficien desproporcionadamente de la importación de hidrógeno desde el sur global, mientras que este último acabe soportando la totalidad de la carga de los impactos socioecológicos negativos (Dorninger *et al.*, 2021).

Por lo tanto, es esencial abordar la transición mundial del hidrógeno con sensibilidad hacia esos desequilibrios de poder, considerando hasta qué punto las voces marginadas forman parte de la elaboración de los futuros del hidrógeno (Hanusch & Schad, 2021, p. 85).

Ante la intrincada y multifacética naturaleza de la transición global hacia el hidrógeno, resulta curioso que una proporción considerable de la investigación reciente en este dominio tienda a enfocarse exclusivamente en aspectos como la viabilidad técnica, análisis de costos económicos y estudios de factibilidad. Se evidencia una ausencia de perspectivas provenientes de las ciencias sociales y las humanidades (Kalt & Tunn, 2022). Aunque estas consideraciones técnicas son ciertamente importantes, al no incorporar las diversas perspectivas de las ciencias sociales y las humanidades estamos corriendo el riesgo de simplificar en exceso los retos y las oportunidades que presenta la transición del hidrógeno, y podemos pasar por alto importantes cuestiones éticas, políticas y sociales.

En función de lo expuesto, teniendo en cuenta las cada vez más relevantes estrategias de política pública en cuanto a producción de hidrógeno renovable en Chile y Uruguay, en el presente artículo nos orienta una motivación de identificar algunas dimensiones de análisis desde la teoría política para poner en discusión los principales lineamientos de estas estrategias.

LAS ESTRATEGIAS DE POLÍTICA PÚBLICA DE HIDRÓGENO EN CHILE Y URUGUAY. DOS ESTRATEGIAS CON UN MISMO OBJETIVO: LA EXPORTACIÓN

Considerando las ventajas geográficas (IEA, 2021), la influencia del *lobbying* de empresas vinculadas a la industria, y el respaldo de organismos multilaterales y países desarrollados, junto con el proceso de disminución de costos en energías renovables, no sorprende que diversos países de la región ya hayan formulado estrategias programáticas u hojas de ruta para fomentar la industria del hidrógeno.

Mediante estos documentos estratégicos, los gobiernos delimitan y comunican sus metas a largo plazo y sus prioridades en las políticas públicas relacionadas con el hidrógeno, al tiempo que exponen las principales ventajas que el país ofrece a los potenciales inversores. En el caso de América Latina, varios países han logrado concretar una estrategia estatal de producción de hidrógeno verde (Argentina, Brasil, Colombia, Chile, Paraguay, Perú y Uruguay).

Cabe señalar que Chile cuenta con tres documentos que estructuran la estrategia a seguir para fomentar el desarrollo de esta industria: *Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde* (Ministerio de Energía, 2020), *H2V. Hidrógeno verde: un proyecto país* (Ministerio de Energía, 2022), y *Plan de Acción de Hidrógeno Verde* (Gobierno de Chile, 2024). A efectos de este texto, en tanto se considera muy relevante y, a

su vez, conciso, nos centraremos en el segundo documento. En cuanto a Uruguay, existe un documento que es estrictamente una estrategia a nivel nacional: *Hoja de ruta del hidrógeno verde en Uruguay* del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM, 2022).

A partir de la lectura de ambos documentos seleccionados podemos identificar fácilmente algunos ejes estructurantes, como el énfasis en los beneficios a nivel económico y productivo; la constante mención a la exportación y a los mercados del norte global; y los beneficios percibidos a nivel tecnológico. Observamos poca o nula mención a evaluaciones de posibles impactos negativos en la sociedad o a la naturaleza.

En primer lugar, los beneficios a nivel económico son un incentivo de peso para la creación de las políticas públicas relativas al hidrógeno renovable. En el caso de Chile, el gobierno sostiene que esta industria aportará unos 100 000 empleos directos e indirectos en Chile y US\$ 200 000 millones en inversión durante los próximos veinte años (Ministerio de Energía, 2022), constituyéndose rápidamente como un sector industrial relevante. El mismo espíritu productivo es observable en el documento uruguayo, que considera que el país puede beneficiarse de US\$ 2100 millones por año proyectado para 2040 (MIEM, 2022).

Según el gobierno uruguayo, para ese año, la facturación anual de la industria del hidrógeno en Uruguay se ubicará en el orden del 2 % de producto interno bruto (PIB) proyectado y generará más de 30 000 empleos directos. Esto implicaría diversificar la matriz productiva «al aumentar el valor agregado a través de un nuevo eslabón industrial y desarrollar el potencial exportador a nuevos mercados» (MIEM, 2022, p. 10). Lo mencionado converge con una narrativa común (y excesivamente optimista) de la transición del hidrógeno, que sostiene que los países del sur global que suministren hidrógeno verde al norte global se verán recompensando en cuanto a divisas, inversiones, empleos y tecnología (Kalt & Tunn, 2022).

En segundo término, resulta destacable la clara orientación hacia la exportación evidenciada en ambos documentos. Tanto el informe chileno como el uruguayo se centran en proporcionar datos sobre las proyecciones de volúmenes de exportación futuros de hidrógeno, detallan los vínculos y acuerdos establecidos con gobiernos de naciones desarrolladas, y presentan las próximas etapas en la apertura de mercados.

El documento chileno ofrece numerosos cálculos relativos a los beneficios económicos que surgirán de las exportaciones proyectadas, señala la voluntad de que Chile se encuentre entre los principales exportadores de hidrógeno para 2040, se expande sobre la intención de fomentar una industria de producción y exportación de amoníaco verde, y dedica todo un capítulo a detallar la posición de Chile en el mapa estratégico del hidrógeno a nivel mundial, señalando todos los posibles mercados de exportación y las vías de entrada marítimas (Ministerio de Energía,

2022, pp. 5-34). En el mismo cauce, el documento uruguayo define las características del mercado de exportación en relación con diferentes productos (hidrógeno verde, e-metanol, amoníaco verde, entre otros), proyecta cifras vinculadas a las oportunidades de exportación, describe los pasos a seguir en la estrategia exportadora, y señala algunas consecuencias positivas que pueden traer los ingresos que surgirían de este intercambio global (MIEM, 2022, pp. 33-40).

En tercer lugar, ambos textos destacan los beneficios tecnológicos del hidrógeno verde sin considerar en profundidad posibles conflictos o impactos negativos. En el caso de Chile, solo se menciona que el desarrollo de esta industria debería seguir «las mejores prácticas ambientales y sociales» y existir de forma «armónica con el entorno social y ambiental» (Ministerio de Energía, 2022, p. 48), lo que entra en contradicción con las denuncias mencionadas previamente. El documento uruguayo resalta el papel del hidrógeno verde en la transición energética, considerándolo un paso natural tras la reducción del uso de combustibles fósiles en la matriz eléctrica (MIEM, 2022). No obstante, apenas aborda los impactos ambientales, mencionando solo algunos Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que podría apoyar.

Se considera relevante obtener algunas nociones de estos documentos estructurantes de política pública en base a un análisis cualitativo de los textos programáticos. Este análisis es posible mediante la manipulación de dichos documentos programáticos por medio del *software* R, utilizando paquetes de análisis léxico como *quanteda*.

Al observar cuáles son los términos utilizados con más frecuencia en los textos relevantes, el documento del gobierno chileno *H2V. Hidrógeno verde: un proyecto país* es protagonizado por términos como «desarrollo», «energía», «industria», «proyectos» y «países». Algunas palabras frecuentes que son llamativas y aparecen luego de estas cinco son: «exportación», «Europa», «Alemania», «internacional», «cooperación», que aluden a la voluntad exportadora del gobierno. Por otro lado, sin ser frecuente, se evidencian algunas alusiones a los beneficios tecnológicos y sus consecuencias medioambientales, en tanto se observa la aparición de términos como «carbono» o «emisiones».

El texto uruguayo presenta un protagonismo de palabras similares a las de su homólogo («desarrollo», «producción», «energía», «transporte»), pero no se observan menciones directas a países extranjeros o puertos, aunque aparecen en segundo orden palabras como «internacional» o «exportaciones». Tal como sucede en el caso chileno, aparecen tan solo algunas alusiones al tema de la tecnología y lo medioambiental, mediante palabras como «descarbonización» o «emisiones».

Si generamos redes de coocurrencia de términos a partir de los documentos, Uruguay y Chile muestran enfoques similares. En Uruguay, los términos centrales son «producción» y «desarrollo», y se conectan fuertemente con «industria», «transporte»

y «exportación», indicando un enfoque en la producción industrial y la logística para la exportación. La proximidad de términos como «demanda» y «mercado» subraya la importancia de la comercialización y la búsqueda de mercados. En Chile, los términos «energía» y «proyectos» son los centrales, destacándose términos relativos a la colaboración empresarial y a las conexiones portuarias. Términos como «empresa» y «exportación» son centro de las conexiones y reflejan un similar enfoque en la exportación y la logística, y una similar ausencia, en ambos países, de términos frecuentes vinculados a los impactos socioambientales de la industria.

Por otro lado, se realizó un análisis de diccionarios, en base a diccionarios preestablecidos y generados para el caso, que agrupan términos en base a categorías identificadas como teóricamente relevantes. En el documento uruguayo predomina significativamente el enfoque en la categoría «economía y producción» con 250 expresiones frente a 94 vinculadas a «medio ambiente». En Chile, aunque también es mayor el enfoque en «economía y producción» con 125 expresiones, la diferencia con «medio ambiente» es menor (93 expresiones).

También, Chile muestra un mayor interés en «exportación y mercado global» con 133 expresiones vinculadas, en comparación con «desarrollo local y mercado regional» con 77 expresiones. En Uruguay, aunque las expresiones sobre «exportación y mercado global» (73) superan ligeramente a las de «desarrollo local y mercado regional» (63), la diferencia es menos pronunciada. Estos datos reflejan las prioridades y enfoques de cada país en sus estrategias de hidrógeno.

Por último, cabe destacar las acciones concretas que los gobiernos han llevado a cabo para facilitar el desarrollo de esta industria. En Chile, se lanzó la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, se firmó un acuerdo de cooperación con la Unión Europea para la investigación y desarrollo de tecnología, se iniciaron proyectos piloto de producción en Antofagasta que fueron acompañados por el gobierno. Además, a través del Fondo de Innovación para la Competitividad, Chile ha asignado recursos significativos para proyectos de hidrógeno verde, incluyendo subsidios para investigación y desarrollo, así como para la implementación de proyectos en sectores como la minería y el transporte público. Asimismo, se generó un marco regulatorio integral con incentivos fiscales y subvenciones, se implementaron programas de capacitación y desarrollo de capital humano, como la formación de técnicos y profesionales especializados en tecnologías de hidrógeno, y se promovió la integración de hidrógeno verde en la matriz energética nacional, estableciendo metas de incorporación de hidrógeno en sectores clave.

Uruguay también ha implementado una serie de políticas públicas y programas para fomentar la industria del hidrógeno verde con base en su hoja de ruta. Desde 2020, el Ministerio de Energía ha liderado un grupo interinstitucional que incluye varios ministerios y empresas públicas. Se estableció el programa H2U para coor-

dinar la producción de hidrógeno y sus derivados, con miras a alcanzar una producción significativa y exportar energéticos verdes para 2040. Se desarrolló el Fondo Sectorial de Hidrógeno Verde, en colaboración con la agencia estatal de innovación (ANII) y el laboratorio tecnológico (LATU), para financiar proyectos de investigación, innovación y formación en hidrógeno verde. También se construyó un plan de infraestructura para apoyar la logística necesaria para la producción y exportación de hidrógeno verde, y se establecieron alianzas con países desarrollados para generar capacidades y mejorar la comunicación internacional.

En resumen, una fuerte voluntad exportadora (y extractiva) está presente en los marcos institucionales de Chile y Uruguay y en las decisiones institucionales vinculadas al hidrógeno. Existe la posibilidad de que este incipiente mercado, que ha profundizado la mercantilización de los recursos hídricos, se traduzca en una nueva política de desposesión (Kazimierski, 2021). En función de esto, se propone un análisis teórico desde tres dimensiones: la igualdad, la justicia y la emancipación, con el objetivo de aportar desde estos ejes a la discusión de la política pública con la intención de repensar los marcos institucionales vigentes.

TRES DIMENSIONES PARA UN ANÁLISIS TEÓRICO: IGUALDAD, JUSTICIA Y EMANCIPACIÓN

La transición global del hidrógeno es un asunto especialmente relevante, así como complejo y reciente, y ha generado una gran cantidad de investigación desde diversas disciplinas científicas. No obstante, la mayoría de la investigación en la transición global al hidrógeno se centra exclusivamente en la viabilidad técnica y en los análisis de factibilidad y de costos económicos, en lugar de incluir diversas perspectivas de las ciencias sociales y las humanidades. Más allá de este punto, sí existen algunos escasos textos que toman estas perspectivas al momento de analizar la producción de hidrógeno renovable y su impacto socioambiental y económico, ocupándose de introducir algunos conceptos y nociones que son de especial relevancia.

Por un lado, una parte de la literatura está más específicamente relacionada con el hidrógeno y busca problematizar la materia desde enfoques críticos, interpretativistas o centrados en los factores geopolíticos (Dillman & Heinonen, 2022; Hanusch & Schad, 2021; Kalt & Tunn, 2022; Kazimierski, 2021; Svampa, 2022; Ullman & Kittner, 2022; Van de Graaf *et al.*, 2020). Otra sección del corpus literario se vincula más a la exploración de conceptos teóricos relevantes para explicar las relaciones de poder a escala global, en relación con asuntos medioambientales, climáticos y energéticos, haciendo alusión a varios sectores productivos y conflictos más allá del hidrógeno (Fairhead *et al.*, 2014; Hornborg, 1998; Hornborg & Martinez-Alier, 2016; Huber, 2015; Jorgenson & Clark, 2009; Overland & Sovacool, 2020).

Por último, otros textos se enfocan más bien en lo relativo a la justicia energética, ambiental y del hidrógeno en particular (Jenkins *et al.*, 2016; Müller *et al.*, 2022; Roberts *et al.*, 2007). Entre estos textos, la producción realizada desde América Latina es una ínfima parte. Solo se pueden encontrar algunos textos que buscan trascender los aspectos meramente técnicos e incorporar la evaluación de posibles conflictos socioambientales y territoriales (Kazimierski, 2021; Svampa, 2022; Ullman & Kittner, 2022). Esta sección tiene por objetivo centrarse en tres ejes teóricos que surgen como relevantes para el análisis de la industria latinoamericana de hidrógeno: la igualdad, la justicia y la emancipación, buscando presentar algunas reflexiones básicas a partir del marco de política pública analizado para Chile y Uruguay.

Igualdad

La igualdad surge como un primer eje estructurador de posibles cuestionamientos al esquema de producción de hidrógeno verde y a las políticas públicas que han surgido al respecto desde Chile y Uruguay. Muchos autores argumentan que factores políticos y económicos de alcance global, como la estructura del comercio internacional, generan una distribución desigual de los daños medioambientales y del desarrollo humano: las naciones más ricas y poderosas del norte global tienen un acceso desproporcionado tanto a los recursos naturales como a la capacidad de desechar sus residuos en las naciones del sur global (Givens *et al.*, 2019). En función de esta idea se estructura la teoría relativa al «intercambio ecológicamente desigual» y a la «deuda ecológica».

Las condiciones de intercambio «ecológicamente desiguales» permiten a los países de renta alta apropiarse simultáneamente de los recursos disponibles y generar un superávit monetario a través del comercio global, lo que implica grandes consecuencias a nivel de sostenibilidad (Dorninger *et al.*, 2021). Además, cabe destacar la magnitud de la problemática: según Hickel *et al.* (2022) citado por Kalt y Tunn (2022), la apropiación neta de materias primas del sur global asciende actualmente al 43 % del consumo de materiales del norte.

En ese contexto, la «deuda ecológica» es un concepto similar que refiere a los impactos medioambientales negativos que ciertas regiones o países han impuesto a otros, a menudo a través de sus propias acciones o de las acciones de sus industrias o gobiernos. Estos impactos pueden incluir la contaminación, la deforestación, la pérdida de biodiversidad y el cambio climático. El concepto se utiliza con frecuencia para poner de relieve la explotación de los recursos naturales en el sur global por parte de los países del norte global, y para abogar por una mayor rendición de cuentas y responsabilidad por estos impactos negativos (Hornborg & Martinez-Alier, 2016).

En segundo lugar, vale la pena explorar la idea del «extractivismo verde», término que se utiliza para describir la extracción y explotación de recursos naturales de una forma que se proyecta como sostenible desde el punto de vista medioambiental, al tiempo que continúa siendo desigual. Se utiliza a menudo en el contexto de los países del sur global, ricos en recursos naturales, donde las industrias extractivas, como la minería, la extracción de petróleo, y tal vez en un futuro cercano el hidrógeno verde, son una fuente importante de ingresos a partir de la exportación.

En estos contextos, resulta especialmente difícil equilibrar los objetivos contrapuestos de la extracción de recursos y la conservación del medio ambiente, y el término extractivismo verde surge para describir estrategias que a menudo se utilizan por las empresas multinacionales extractivas para maquillar de «sostenibles» sus operaciones y ocultar los impactos negativos que pueden tener sobre el medio ambiente y las comunidades locales. En otras palabras, el extractivismo verde es la forma en que el intento de descarbonización y transición a la energía verde como parte de las políticas de desarrollo sostenible del norte global, ha aumentado la mercantilización de la naturaleza y expandido la extracción de minerales en el sur global, transfiriendo los costes medioambientales y sociales a las comunidades locales (Mejía Muñoz, 2021).

En lo que respecta específicamente al hidrógeno, cabe destacar que el extractivismo verde acompaña a la expansión de la frontera de la comoditización del hidrógeno, un proceso que se apropia de cantidades cada vez mayores de energía renovable, tierra y recursos hídricos para la producción de este recurso (Kalt & Tunn, 2022). En función de esto, se generan para esta industria narrativas de legitimación sobre la mitigación de impactos negativos y sobre los beneficios para el desarrollo y la productividad (Kalt & Tunn, 2022).

Todo esto está presente en los documentos analizados, donde las narrativas de legitimación incluyen el carácter de «renovable» y sobre todo la idea de que puede transformar la matriz energética local, pese al marcado énfasis en la exportación. Es claro, entonces, que desde esta perspectiva los documentos analizados contribuyen a justificar un intercambio desigual, especialmente en tanto se ocupan de enfatizar los beneficios al tiempo que omiten discutir los perjuicios.

Justicia

En segundo lugar, el análisis a partir de ideas como el extractivismo verde y la deuda ecológica puede ser complementado mediante la utilización de las nociones propias de la justicia ambiental, energética y climática (Kalt & Tunn, 2022; Müller *et al.*, 2022). La noción de justicia energética surge como un primer elemento relevante (Jenkins, 2018).

El objetivo de la justicia energética es proporcionar a todas las personas, en todos los ámbitos, una energía segura, asequible y sostenible, en un marco inspirado en el movimiento de justicia medioambiental, que incluye la atención a los principios básicos de la justicia distributiva y la justicia procedimental. Esto significa que la justicia energética existe como una herramienta conceptual para unir preocupaciones de justicia normalmente distintas, como una herramienta analítica para los investigadores de la energía que intentan comprender cómo se integra el valor en los sistemas energéticos o resolver su negligencia, y también, como una herramienta de toma de decisiones (Jenkins, 2018).

Como herramienta conceptual y analítica, la justicia energética ofrece la oportunidad de explorar un nuevo marco que permita vincular la investigación existente y futura sobre la producción y consumo de energía (también a escala global), ambas de las cuales pueden suscribirse al objetivo común de lograr procesos y resultados energéticos justos. De esta forma, podría proporcionar nuevos enfoques que den cuenta, a nivel global, de los impactos sociales, económicos y ambientales de la energía y su comercio (Jenkins *et al.*, 2016).

Llevado estrictamente al campo del hidrógeno es necesario destacar el trabajo de Müller *et al.* (2022), que exploran las condiciones socioecológicas, políticas y económicas de los países destinatarios del hidrógeno, examinan los nuevos proyectos y asociaciones en torno al hidrógeno, y proponen una comprensión múltiple de la justicia del hidrógeno basada en los fundamentos teóricos de los debates sobre justicia medioambiental, energética, hídrica y climática. Integrando aportaciones poscoloniales y decoloniales (como justicia relacional y justicia epistémica), estos autores señalan que las injusticias del hidrógeno principalmente se manifiestan en torno a cuestiones como el acceso a la energía en países con altos índices de pobreza energética, el acceso al agua en regiones áridas, los desplazamientos forzosos y el deterioro de los medios de subsistencia de los indígenas (Müller *et al.*, 2022).

Los marcos institucionales de Chile y Uruguay, en concreto, podrían terminar contribuyendo con la profundización de varias injusticias sistemáticas. En primer lugar, el acceso desigual y el control diferenciado de los recursos hídricos para la producción de hidrógeno verde pueden resultar en distribuciones injustas de beneficios y cargas. Las comunidades locales podrían enfrentar inequidades en el acceso al agua (teniendo en cuenta que ya enfrentan inequidades en el propio acceso a la justicia) acentuando las disparidades sociales y generando injusticias ambientales, ya que la producción de hidrógeno podría ser priorizada por sobre las necesidades de los locales, lo cual sería respaldado por un aparato judicial legal.

Además, por otro lado, la expansión de infraestructuras asociadas con la producción de hidrógeno por medio de energías renovables, como plantas de electrólisis y áreas de almacenamiento, podría resultar en el desplazamiento de comunidades

locales y la competencia por el uso del territorio. Este fenómeno podría generar tensiones y conflictos, afectando negativamente a poblaciones que ya enfrentan injusticias socioambientales. La concentración de estas instalaciones en áreas específicas puede provocar la pérdida de tierras para la agricultura o la vivienda, profundizando las disparidades ya existentes en la región.

En resumen, las políticas de hidrógeno verde vigentes pueden exacerbar injusticias socioambientales preexistentes al poner en juego recursos esenciales y al desencadenar procesos de desplazamiento y competencia por el uso del suelo y del recurso hídrico.

Emancipación

Finalmente, vale la pena explorar las nociones de «colonialismo verde» y «colonialismo energético». Numerosos académicos han argumentado que la transición energética mundial sigue basándose en la externalización geográfica de la mano de obra, los recursos naturales y la eliminación de residuos (Batel & Devine-Wright, 2017; Dunlap, 2021), por lo que resulta prudente concebir a la transición energética como una fuente de creciente presión sobre los recursos naturales en América Latina. En este sentido, actúa como un factor reproductor del rol asignado (por los actores globales dominantes) a la región, que ha sido proveer y exportar recursos naturales independientemente de las diferencias en los proyectos nacionales de desarrollo (López & Vértiz, 2015). Así, las políticas y proyectos de hidrógeno corren el riesgo de perpetuar las injusticias coloniales, racistas y de desarrollo (Kalt & Tunn, 2022). Académicos y activistas denominan a este proceso como colonialismo verde (Dorn, 2022).

A medida que se profundiza la sofisticación y el volumen del intercambio intercontinental de hidrógeno, tal como se ha mencionado, los países con mucho potencial para fabricar hidrógeno podrían optar por únicamente exportarlo a los países industrializados. Esto tiene implicancias —relativas a una distribución desigual de los costos y los beneficios— que aumentan la deuda ecológica. En tanto el comercio mundial de hidrógeno puede profundizar un proceso que circunscribe a los países en desarrollo a ser proveedores de materias primas, la revolución del hidrógeno corre el riesgo de constituir un ejemplo de colonialismo verde (Van de Graaf *et al.*, 2020).

En la misma línea, según Svampa (2022), «la extracción del litio y las expectativas sobre el hidrógeno verde vienen a exacerbar las agendas del capitalismo verde, de la mano de un nuevo colonialismo energético» (p. 15). Este colonialismo que avanza en Latinoamérica y que implica que los gobiernos del sur global compitan entre sí para ganar contratos internacionales de producción y exportación de hidrógeno verde, acaba socavando la soberanía energética de los países en desarrollo y creando

el riesgo de destrucción de territorios y criminalización de aquellas poblaciones que se resisten a los megaproyectos. En este sentido, América Latina nuevamente se transforma en «zona de sacrificio», ahora con el objetivo de acompañar la transición energética del norte (Svampa, 2022).

Las políticas dirigidas a la producción de hidrógeno verde en Chile y Uruguay pueden obstaculizar la posibilidad de alcanzar algún tipo de emancipación económica por parte del sur global de diversas maneras. En primer lugar, al centrarse en la exportación masiva de hidrógeno verde, estos países corren el riesgo de continuar atrapados en una relación económica dependiente con naciones desarrolladas, pese a que el intercambio esté centrado en un bien «moderno» y «sustentable». Este enfoque podría limitar la diversificación económica, dejándolos vulnerables a las fluctuaciones en la demanda global de hidrógeno y perpetuando una dependencia económica perjudicial.

Además, la orientación hacia la exportación intensiva de hidrógeno podría resultar en un control externo sobre los recursos naturales y estratégicos de estos países. Grandes corporaciones y naciones desarrolladas podrían ejercer una influencia significativa sobre la producción y distribución de hidrógeno, comprometiendo la autonomía y la capacidad de toma de decisiones de los países del sur global. Esta situación podría perpetuar una dinámica de desequilibrio de poder, donde las decisiones clave sobre la industria del hidrógeno se toman fuera de las fronteras de los países productores.

REFLEXIONES FINALES

En el presente artículo se ha buscado analizar los documentos estratégicos relativos a la industria del hidrógeno de Chile y Uruguay, explorando sus elementos y sus principales objetivos. Como se ha expresado previamente desde una perspectiva teórica, las cadenas de suministro de hidrógeno contribuyen sistemáticamente a un intercambio ecológico desigual al extraer y transferir recursos energéticos del sur al norte (Hickel *et al.*, 2022). Además, el hecho de centrarse en la exportación y en la preparación del mercado, ha creado el riesgo de que no se preste suficiente atención al establecimiento de marcos de gobernanza del hidrógeno con arreglo a criterios de sostenibilidad y derechos humanos, oportunidades de participación pública, y transferencia de tecnología y conocimientos (Müller *et al.*, 2022).

A nivel general, se considera que los lineamientos estratégicos definidos por los documentos de ambos países muestran tres características especialmente relevantes: una importante voluntad exportadora, un fuerte optimismo en relación con los futuros beneficios económicos, y un tratamiento inadecuado de los posibles impactos negativos a nivel socioambiental. La elaboración de estas estrategias

gubernamentales está fuertemente influenciada por las decisiones y necesidades de los países desarrollados. En las trayectorias productivas propuestas, cuestionables teóricamente desde ejes como la igualdad o la justicia, la exportación masiva de hidrógeno a países europeos surge como la etapa final del proceso y como la situación ideal.

En función de esto, los documentos se dedican particularmente a abordar ciertos temas, como las características de este intercambio, las dificultades del transporte, la logística o las capacidades a nivel de capital humano. Los gobiernos de los países sudamericanos parecen aceptar las consecuencias socioambientales y la pérdida de soberanía (en cuanto a definición de políticas públicas) privilegiando los beneficios económicos. Solo analizando detenidamente la huella material de las cadenas de valor mundiales del hidrógeno podremos llegar a dimensionar la magnitud de esta relación desigual y el volumen de energía, agua, tierra y mano de obra que se desplaza desde los países productores del sur a los consumidores del norte, contribuyendo así a una deuda ecológica (Hornborg & Martinez-Alier, 2016).

La compleja interacción de diferentes intereses genera dificultades para establecer con claridad un origen para estas iniciativas. Las empresas multinacionales, los inversores a escala global, los cuerpos diplomáticos de los países desarrollados y los organismos multilaterales no escatiman en sus esfuerzos de cabildeo en relación con el hidrógeno verde. Por esta razón, como señalan Kalt y Tunn (2022), futuras investigaciones deberían centrarse en las constelaciones de actores en torno a los proyectos de hidrógeno verde. Con respecto a estos actores, deberíamos plantearnos preguntas como: «¿qué tipo de nuevas alianzas en torno al hidrógeno están surgiendo *desde arriba*?; ¿qué estrategias siguen para asegurar justicia e igualdad en el desarrollo de los proyectos extractivos?» (Kalt & Tunn, 2022, p. 73).

En conclusión, el hidrógeno verde puede fácilmente no constituir una auténtica iniciativa sustentable en términos socioambientales, en tanto genera y reaviva conflictos de agua, de tierra, de distribución de beneficios y de distribución de impactos negativos. Al observar los documentos estratégicos para Chile y Uruguay, vemos que el foco está puesto en los beneficios de la exportación, sin demasiado detalle sobre afectaciones socioambientales o de tipo distributivo a nivel global.

A pesar de las numerosas ventajas que ofrece para empresarios e inversores, y a pesar de representar una mejora con respecto al hidrógeno producido a partir de hidrocarburos, el hidrógeno verde no puede considerarse como una solución definitiva a los desafíos energéticos a nivel mundial. De hecho, se puede argumentar que no es suficiente que Europa adquiera un combustible generado de manera sostenible, ya que el proceso de producción parece estar ocultando relaciones de subordinación. Específicamente, podría intensificar la brecha entre los países importadores de hidrógeno, que se benefician ampliamente en todos los aspectos, y

los países productores, que soportan el peso de todos los impactos negativos a nivel distributivo, ambiental o socioétnico. En palabras de Kalt y Tunn:

La transición del hidrógeno no puede considerarse de forma aislada de las desigualdades globales, las historias coloniales de opresión y las jerarquías del conocimiento. La investigación crítica sobre la transición global del hidrógeno es crucial para evitar la reproducción de desigualdades globales y desequilibrios de poder [...], y para orientarnos hacia una transición del hidrógeno que sea globalmente justa y socialmente aceptada (2022, p. 75).

REFERENCIAS

- Atilhan, S., Park, S., El-Halwagi, M., Atilhan, M., Moore, M., & Nielsen, R. (2021). Green Hydrogen as an Alternative Fuel for the Shipping Industry. *Current Opinion in Chemical Engineering*, 31, 100668. <https://doi.org/10.1016/j.coche.2020.100668>
- Bacchetta, V. L. (11 de octubre de 2022). Científicas rechazan uso de los acuíferos para la producción de metanol. *Sudestada*. https://www.sudestada.com.uy/articleId__9ea62562-481a-41aa-b3fc-df98bd13ef3a/10893/Detalle-de-Noticia
- Barreiro, R. (18 de julio de 2023). El norte uruguayo defiende su agua ante el avance del hidrógeno verde. *La Diaria*. <https://ladiaria.com.uy/ambiente/articulo/2023/7/el-norte-uruguayo-defiende-su-agua-ante-el-avance-del-hidrogeno-verde/>
- Batel, S., & Devine-Wright, P. (2017). Energy Colonialism and the Role of the Global in Local Responses to New Energy Infrastructures in the UK: A Critical and Exploratory Empirical Analysis. *Antipode*, 49(1), 3-22. <https://doi.org/10.1111/anti.12261>
- Chuaire, M., & Scartascini, C. (2014). *La política de las políticas públicas: Reexaminando la calidad de las políticas públicas y las capacidades del Estado en América Latina y el Caribe*. BID.
- Coalition for Human Rights in Development (2024). Demasiado bueno para ser verdad: el verdadero coste del hidrógeno verde en Chile. *Coalition for Human Rights in Development*. <https://rightsindevelopment.org/es/news/demasiado-bueno-para-ser-verdad-el-verdadero-coste-del-hidrogeno-verde-en-chile/>
- Cuenca, L. (28 de agosto de 2021). Hidrógeno verde o cómo profundizar el extractivismo. *Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales*. <https://olca.cl/articulo/nota.php?id=108872>
- Dawkins, J., Ash, N., & Suvendiran, K. (2022). *Cost Reduction Pathways of Green Hydrogen Production in Scotland*. ClimateXChange Publications. <https://dx.doi.org/10.7488/era/2100>
- De Guio, S. (25 de agosto de 2022). Hidrógeno verde, un problema de modelo. *Bio Diversidad LA*. <https://www.biodiversidadla.org/Noticias/Hidrogeno-verde-un-problema-de-modelo>

- Dillman, K., & Heinonen, J. (2022). A 'Just' Hydrogen Economy: A Normative Energy Justice Assessment of the Hydrogen Economy. *Social Science Research Network*, 167, 112648. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112648>
- Dorn, F. (2022). Green Colonialism in Latin America? Towards a New Research Agenda for the Global Energy Transition. *European Review of Latin American and Caribbean Studies*, 114, 137-146. <https://doi.org/10.32992/erlacs.10939>
- Dorninger, C., Hornborg, A., Abson, D. J., von Wehrden, H., Schaffartzik, A., Giljum, S., Engler, J.-O., Feller, R. L., Hubacek, K., & Wieland, H. (2021). Global Patterns of Ecologically Unequal Exchange: Implications for Sustainability in the 21st Century. *Ecological Economics*, 179, 106824. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106824>
- Dunlap, A. (2021). More Wind Energy Colonialism(s) in Oaxaca? Reasonable Findings, Unacceptable Development. *Energy Research & Social Science*, 82, 102304. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102304>
- Fairhead, J., Leach, M., & Scoones, I. (2014). Green Grabbing: A new appropriation of nature? *The Journal of Peasant Studies*, 39(2), 237-261. <https://doi.org/10.1080/03066150.2012.671770>
- Givens, J. E., Huang, X., & Jorgenson, A. K. (2019). Ecologically Unequal Exchange: A Theory of Global Environmental Injustice. *Sociology Compass*, 13(5), e12693. <https://doi.org/10.1111/soc4.12693>
- Gobierno de Chile. (2024). *Plan de Acción Hidrógeno Verde 2023-2030*. https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/plan_de_accion_hidrogeno_verde_2023-2030.pdf
- Hanusch, F., & Schad, M. (2021). Hydrogen Research: Technology First, Society Second? *Gaia, Ecological Perspectives for Science and Society*, 30(2), 82-86. <https://doi.org/10.14512/gaia.30.2.5>
- Hickel, J., Dorninger, C., Wieland, H., & Suwandi, I. (2022). Imperialist Appropriation in the World Economy: Drain from the global South through unequal exchange, 1990-2015. *Global Environmental Change*, 73, 102467. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2022.102467>
- Hornborg, A. (1998). Towards an Ecological Theory of Unequal Exchange: Articulating World System Theory and Ecological Economics. *Ecological Economics*, 25(1), 127-136. [https://doi.org/10.1016/s0921-8009\(97\)00100-6](https://doi.org/10.1016/s0921-8009(97)00100-6)
- Hornborg, A., & Martinez-Alier, J. (2016). Ecologically Unequal Exchange and Ecological Debt. *Journal of Political Ecology*, 23(1), 328-333. <https://doi.org/10.2458/v23i1.20220>
- Huber, M. T. (2015). Theorizing Energy Geographies. *Geography Compass*, 9(6), 327-338. <https://doi.org/10.1111/gec3.12214>
- International Energy Agency – IEA. (2021). *Hydrogen in Latin America: From Near-term Opportunities to Large-scale Deployment*. OECD. <https://doi.org/10.1787/68467068-en>
- International Renewable Energy Agency – IRENA. (2022). *World Energy Transitions Outlook 2022*. IRENA.

- Jenkins, K. (2018). Setting Energy Justice Apart from the Crowd: Lessons from Environmental and Climate Justice. *Energy Research & Social Science*, 39, 117-121. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.11.015>
- Jenkins, K., Talus, K., McCauley, D., Heffron, R. J., Stephan, H., & Rehner, R. W. M. (2016). Energy Justice: A Conceptual Review. *Energy Research & Social Science*, 11, 174-182. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2015.10.004>
- Jorgenson, A. K., & Clark, B. (2009). Ecologically Unequal Exchange in Comparative Perspective: A Brief Introduction. *International Journal of Comparative Sociology*, 50, 211-214. <https://doi.org/10.1177/0020715209105139>
- Kalt, T., & Tunn, J. (2022). Shipping the Sunshine? A Critical Research Agenda on The Global Hydrogen Transition. *GAIA, Ecological Perspectives for Science and Society*, 31(2), 72-76. <https://doi.org/10.14512/gaia.31.2.2>
- Kazimierski, M. (2021). Hidrógeno verde en Argentina ¿un nuevo orden extractivo? *Huellas*, 25(2), 103-118. <https://doi.org/10.19137/huellas-2021-2521>
- La Prensa Austral. (25 de diciembre de 2022). Se desata primer conflicto entre privados de Magallanes y empresa de hidrógeno verde. *La Prensa Austral*. <https://laprensaaustral.cl/2022/12/25/se-desata-primer-conflicto-entre-privados-de-magallanes-y-empresa-de-hidrogeno-verde/>
- López, E., & Vértiz, F. (2015). Extractivism, Transnational Capital, and Subaltern Struggles in Latin America. *Latin American Perspectives*, 42(5), 152-168. <https://doi.org/10.1177/0094582X14549538>
- Mejía Muñoz, S. (2021). *Green Extractivism in Chile: The Case of Lithium Mining in the Salar de Atacama* [Tesis de maestría, University of Queensland].
- Méndez, C. (2022). Hidrógeno verde: Su incorporación a la matriz nacional quedó como «objetivo de segundo orden» en la hoja de ruta. *La Diaria*. <https://ladiaria.com.uy/ambiente/articulo/2022/8/hidrogeno-verde-su-incorporacion-a-la-matriz-nacional-queda-como-objetivo-de-segundo-orden-en-la-hoja-de-ruta/>
- Méndez, C. (2023). Paula Collazo: «Es muy preocupante que el hidrógeno verde se haga con agua subterránea que debiera considerarse como una reserva estratégica». *La Diaria*. <https://ladiaria.com.uy/ambiente/articulo/2023/6/paula-collazo-es-muy-preocupante-que-el-hidrogeno-verde-se-haga-con-agua-subterranea-que-debiera-considerarse-como-una-reserva-estrategica/>
- Midilli, A. (2005). *On H2 based energy source strategy: the key role in this century and beyond*. Proceedings of the first Cappadocia International Mechanical Engineering Symposium (pp. 32-40). <https://ideas.repec.org/a/eee/rensus/v9y2005i3p273-287.html>
- Ministerio de Energía. (2020). *Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde*. Gobierno de Chile. https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_nacional_de_hidrogeno_verde_-_chile.pdf
- Ministerio de Energía. (2022). *H2V. Hidrógeno verde: Un proyecto país*. Gobierno de Chile.
- Ministerio de Industria, Energía y Minería – MIEM. (2022). *Hoja de ruta del hidrógeno verde en Uruguay*. Gobierno de Uruguay.

- Moya, O. (1 de octubre de 2022). Lucio Cuenca: «La producción de hidrógeno verde no es para el recambio de la matriz energética, sino para la exportación». *Uchile*. <https://radio.uchile.cl/2022/10/01/lucio-cuenca-la-produccion-de-hidrogeno-verde-no-es-para-el-recambio-de-la-matriz-energetica-sino-para-la-exportacion/>
- Müller, F., Tunn, J., & Kalt, T. (2022). Hydrogen Justice. *Environmental Research Letters*, 17(11), 115006. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac991a>
- Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales – OLCA. (22 de enero de 2022). Acusan a proyecto eólico en Los Ángeles de afectar napas subterráneas: Empresa AES Corporation niega daños. *Observatorio Latinoamericano de Conflictos Ambientales*. <https://olca.cl/articulo/nota.php?id=109177>
- Observatorio Parlamentario. (26 de agosto de 2022). Gabriela Cabaña y el hidrógeno verde: «Lo que se destine a la exportación compite con nuestra soberanía energética». *Biblioteca del Congreso Nacional de Chile*. <https://www.bcn.cl/observatorio/asiapacifico/noticias/gabriela-cabana-alvear-hidrogeno-verde>
- Overland, I., & Sovacool, B. K. (2020). The Misallocation of Climate Research Funding. *Energy Research and Social Science*, 62, 101349. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101349>
- Radio 3. (18 de abril de 2022). Mapuches exigen participación en el proyecto de Hidrógeno Verde de Río Negro. *Radio 3*. <https://radio3cadenapatagonia.com.ar/mapuches-exigen-participacion-en-el-proyecto-de-hidrogeno-verde-de-rio-negro/>
- Roberts, J. T., Parks, B. C., Parks, B. C., & Parks, B. C. (2007). Fueling Injustice: Globalization, Ecologically Unequal Exchange and Climate Change. *Globalizations*, 4(2), 193-210. <https://doi.org/10.1080/14747730701345218>
- Shen, H., Crespo del Granado, P., Santos Jorge, R., & Löffler, K. (2024). Environmental and Climate Impacts of a Large-Scale Deployment of Green Hydrogen in Europe. *Energy and Climate Change*, 5, 100133. <https://doi.org/10.1016/j.egycc.2024.100133>
- Svampa, M. (2022). Dilemas de la transición ecosocial desde América Latina. *Documentos de trabajo N° especial FC/Oxfam Intermón (2)*, Fundación Carolina. <https://doi.org/10.33960/issn-e.1885-9119.DTFO02>
- Ullman, A. N., & Kittner, N. (2022). Environmental Impacts Associated with Hydrogen Production in La Guajira, Colombia. *Environmental Research Communications*, 4(5), 055003. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ac68c8>
- Van de Graaf, T., Overland, I., Scholten, D., & Westphal, K. (2020). The New Oil? The Geopolitics and International Governance of Hydrogen. *Energy Research & Social Science*, 70, 101667. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101667>
- Woods, P., Bustamante, H., & Aguey-Zinsou, K.-F. (2022). The Hydrogen Economy—Where is the water? *Energy Nexus*, 7, 100123. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100123>
- Wyczykier, G. (2022). Senderos de la transición energética: el hidrógeno verde en la era del cambio climático. *Revista Temas Sociológicos*, (31). <https://doi.org/10.29344/07196458.31.3164>