

## **HIDRÓGENO VERDE, EXTRACTIVISMO Y PATENTES: ¿UNA TRANSICIÓN ENERGÉTICA PARA QUE NADA CAMBIE?**

***Green hydrogen, extractivism and patents: an energy transition for no real change?***

***Hidrogênio verde, extrativismo e patentes: uma transição energética para que tudo permaneça igual?***

Liliana Terrada-Cobas  
Dra. en Ecología Funcional y Aplicada  
UNCIEP, Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias,  
Universidad de la República, Uruguay  
E-mail: [lterradas@fcien.edu.uy](mailto:lterradas@fcien.edu.uy)

Ofelia Gutiérrez  
Dra. en Tecnología Ambiental y Gestión del Agua  
UNCIEP, Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias,  
Universidad de la República, Uruguay  
E-mail: [oguti@fcien.edu.uy](mailto:oguti@fcien.edu.uy)

Daniel Panario  
Dr. en Tecnología Ambiental y Gestión del Agua  
UNCIEP, Instituto de Ecología y Ciencias Ambientales, Facultad de Ciencias,  
Universidad de la República, Uruguay  
E-mail: [panari@fcien.edu.uy](mailto:panari@fcien.edu.uy)

Áltera, João Pessoa, Áltera, João Pessoa, **Número 19, 2025**, e01908, p. 1-35

ISSN 2447-9837



**RESUMEN:**

En los últimos años, en América del Sur, la competencia por el acceso y control de los recursos naturales se centra en el agua, principalmente para producir “hidrógeno verde”. Ante el reto del cambio climático, esta tecnología se presenta como “la solución” para descarbonizar diversos sectores. A partir de los conceptos de economía del conocimiento y extractivismo, enmarcados en las perspectivas teóricas del Antropoceno y Capitaloceno, nuestro trabajo pretende mostrar un modelo de desarrollo transnacional que vulnera los territorios. Nuestra tesis, basada en una revisión de bibliografía calificada y en la sistematización de información obtenida en bases de datos internacionales, sustenta que el fuerte acento en el uso del agua es inherente a un metabolismo social global basado en un intercambio ecológico y tecnológico Norte-Sur desigual, donde los derechos de propiedad intelectual desempeñan un papel central.

**PALABRAS CLAVE:**

Hidrógeno verde. Extractivismo. Economía del conocimiento. Patentes.

**ABSTRACT:**

In recent years, in South America, competition for access to and control of natural resources has increasingly focused on water, mainly for the production of “green hydrogen”. Given the challenges of climate change, this technology is presented as “the solution” to decarbonize various sectors. Drawing on the concepts of knowledge economy and extractivism, and framed in the theoretical perspectives of the Anthropocene and Capitalocene, our work aims to show a transnational development model that infringes upon territories. Our thesis, based on a review of qualified literature and the systematisation of information obtained from international databases, argues that the strong emphasis on water use is inherent to a global social metabolism grounded in an unequal North-South ecological and technological exchange, where intellectual property rights play a central role.

**KEYWORDS:**

Green hydrogen. Extractivism. Knowledge economy. Patents.



**RESUMO:**

Nos últimos anos, a competição pelo acesso e controle dos recursos naturais na América do Sul centrou-se na água, principalmente para produzir “hidrogênio verde”. Frente aos desafios da mudança climática, essa tecnologia é apresentada como “a solução” para descarbonizar vários setores. Com base nos conceitos de economia do conhecimento e de extrativismo, enquadrados nas perspectivas teóricas do Antropoceno e do Capitaloceno, o nosso trabalho pretende apresentar um modelo de desenvolvimento transnacional que viola os territórios. A nossa tese, baseada em uma revisão da literatura qualificada e na sistematização da informação obtida em bases de dados internacionais argumenta que a forte ênfase no uso da água é inerente a um metabolismo social global baseado em um intercâmbio ecológico e tecnológico Norte-Sul desigual, onde os direitos de propriedade intelectual desempenham um papel central.

**PALAVRAS-CHAVE:**

Hidrogênio verde. Extrativismo. Economia do conhecimento. Patentes.



## INTRODUCCIÓN

Desde la conquista de América, el patrón de desarrollo de América del Sur, incluida la región de la cuenca del Río de la Plata, se ha caracterizado por el aumento cuantitativo de la demanda de bienes naturales, impulsado por la presión de los mercados mundiales. Este proceso ha dado lugar a una matriz primario-exportadora que se mantiene hasta el presente. La región sigue dependiendo de las exportaciones de productos básicos para obtener divisas. En 2020, los recursos naturales y las industrias manufactureras conexas representaban más del 70% de sus exportaciones (CEPAL, 2021), y el 82% de lo enviado a China (uno de los principales socios comerciales) fue bienes primarios (Mazzucato, 2023).

Según Gudynas (2013), las actividades extractivas se caracterizan por la extracción en grandes cantidades de recursos naturales, destinados mayoritariamente a la exportación, con escaso o nulo valor agregado. Es innegable que, actualmente, al extractivismo tradicional se le suman nuevas variantes como, por ejemplo, la agricultura de monocultivos en grandes extensiones, para producir biocombustibles, y/o la utilización de agua dulce para obtener metanol, a partir de hidrógeno y materia orgánica. Este compuesto químico se transforma, finalmente, en hidrocarburos aptos para el transporte en un proceso altamente contaminante, a partir de energías renovables abundantes en los países de América Latina. Con la promesa de realizar inversiones y contratar mano de obra nacional, las empresas internacionales obtienen energía a bajo costo y agua gratis, sin embargo, esto conlleva la creación de pocos puestos de trabajo no calificados en dichos enclaves. Como sostenía Furtado (1955 *apud* Furtado, 1998) la estructura económica de la región no se modifica, además, los salarios no se determinan en función de la productividad de las empresas. Así, se sigue generando una acumulación capitalista por desposesión (Harvey, 2004), en la que la naturaleza se transforma en mercancía y se depredan los bienes naturales locales.

Paralelamente, los países industrializados impulsan una economía basada en el conocimiento (Terradas-Cobas, Céspedes-Payret y de Luis Calabuig, 2016), en la que los derechos de propiedad intelectual (DPI) desempeñan un papel fundamental. Desde la década de 1960, con el advenimiento de la denominada sociedad postindustrial (Bell, 1976; Touraine, 1969), la ciencia y la tecnología han cobrado más importancia como agentes de cambio. El crecimiento ya no solo depende de la acumulación de capital, sino también de la investigación científica y técnica, así como de la formación profesional, entre otros factores, en los que educación e información están estrechamente ligadas a las fuerzas de producción. Por tanto, los conflictos sociales



entre capital y trabajo son menos frecuentes, predominando los originados por las diferencias entre los medios de decisión<sup>1</sup> y económicos versus los que están en una situación de dependencia. Es decir, las formas de dominación no son, ahora, solo económicas (Touraine, 1969). La sociedad postindustrial, al centralizar la innovación y monopolizar la producción del conocimiento a través de los DPI, colocó a los países no desarrollados en una situación de dependencia. Como sostenía Galeano (2004), en la década de 1970: “El subdesarrollo no es una etapa del desarrollo. Es su consecuencia. El subdesarrollo de América Latina proviene del desarrollo ajeno y continúa alimentándolo”.

A partir del año 2000, la economía del conocimiento ha dominado la agenda política, social y económica de los países desarrollados. Su narrativa ha justificado la intervención en áreas estratégicas para hacer frente a la globalización, como el control de los DPI. Su objetivo principal es facilitar el surgimiento de nuevos productos comerciales y conocimientos patentables (Birch, Levidow y Papaioannou, 2014), lo que implica un cambio en la lógica de la sociedad industrial con respecto a la producción y la valorización del capital y, por tanto, en las relaciones de poder de los actores económicos. Por eso, muchos autores señalan que estamos en una nueva fase del capitalismo (e.g.: Birch, 2020; Fumagalli, 2021; Zukerfeld, 2017). Para Moore (2020), además, derrumbarían las estrategias y relaciones que posibilitaron la acumulación de capital desde el siglo XV. Estos dos modelos de desarrollo, el extractivismo y la economía del conocimiento, se sistematizan e interrelacionan en las teorías del Antropoceno y Capitaloceno. Ese binomio sustenta el cambio climático global, que se acelera y se amplifica día a día.

Este trabajo examina las consecuencias derivadas del uso de los bienes naturales en la región del Río de la Plata, en particular, del agua y de las energías renovables para producir hidrocarburos o su etapa previa, el metanol, a partir de hidrógeno verde (H<sub>2</sub>). También se analizan las transformaciones ocasionadas por los cambios globales experimentados, tanto en el plano tecnológico como institucional, que enmarcan los actuales procesos productivos y los hacen más redituables para el gran capital. Por tanto, es importante preguntarse cuáles son los cambios y/o las permanencias que subsisten en la relación Norte-Sur, en función de la continuidad del extractivismo y, a la vez, de la consolidación de una economía del conocimiento, enmarcada en las teorías del Antropoceno y Capitaloceno. O sea, en ese contrapunto, surge un escenario de vulneración de los territorios latinoamericanos, realizado desde larga

---

<sup>1</sup> Conceptos relacionados, no idénticos: “Medios de decisión” refiere a los instrumentos, herramientas o recursos utilizados para tomar decisiones (individuales o colectivas), mientras “Medios económicos” hace referencia a los recursos materiales y financieros disponibles para la producción, distribución y consumo de bienes y servicios.



data y ahora impregnado de la apropiación y el control del conocimiento necesario para ese fin, a través del monopolio de los DPI por parte de los países desarrollados. Cabe señalar que, a pesar de la importancia y las derivaciones de los DPI en los insumos para producir H<sub>2</sub>, este tema no ha sido ampliamente abordado, ni tampoco los impactos ambientales de esta nueva industria. La ausencia de antecedentes se debe, en parte, a la inexistencia de datos desagregados en las bases de datos internacionales. Ante ello, el entrecruzamiento de datos y el análisis comparativo de tendencias permiten recrear escenarios que, aunque hipotéticos, son factibles.

Para alcanzar estos objetivos, se realizó una revisión de bibliografía calificada y se sistematizó la información obtenida en bases de datos internacionales reconocidas, así como los contratos promovidos en los países de la región del Río de la Plata. Estos países cuentan con abundantes fuentes de energías renovables, que pueden quedar disponibles sin limitaciones, como, por ejemplo, agua de excelente calidad para el proceso industrial, en el que, eventualmente, la salinidad no es una condición limitante. Además, se puede disponer de energía y materia orgánica vegetal de distintas fuentes para producir, a partir de H<sub>2</sub>, productos líquidos fácilmente transportables (“*e-fuel*”)<sup>2</sup>.

## CONTEXTO: GLOBALIZACIÓN, CAMBIO CLIMÁTICO E “HIDRÓGENO VERDE”

### GLOBALIZACIÓN

Desde finales de la década de 1960, las preocupaciones ambientales a nivel mundial, por la modificación irreversible de procesos y estructuras fundamentales para la existencia de la especie humana, como los ciclos biogeoquímicos y la biodiversidad (Gutiérrez *et al.*, 2022), dieron paso al concepto de cambio ambiental global, adoptado en la Cumbre de la Tierra, en 1992. Desde entonces, se popularizó el concepto de globalización, que tiene dos acepciones implícitas: una naturalista y otra social. Para las ciencias naturales, este concepto hace referencia al conocimiento del planeta, su evolución, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad. En cambio, para las ciencias sociales, comprende las transformaciones económicas, políticas y tecnológicas. Como resultado, a principios del siglo XXI, los estudiosos del cambio climático acuñaron el término Antroposfera en relación con los cambios provocados por las actividades humanas en la atmósfera, proponiéndose una nueva era geológica del Cuaternario, posterior al Holoceno, denominada Antropoceno (Crutzen y Stoermer, 2000; Palacio, Vargas y Hennessy, 2017). Por su parte, los investigadores sociales

<sup>2</sup> Denominase *e-fuel* a un combustible que se pretende neutro en emisiones de CO<sub>2</sub>, obtenido a partir de hidrógeno. Los motores no necesitan modificaciones.



reivindican el concepto de Capitaloceno, entendido como un sistema de poder, lucro y reproducción de la red de la vida (Moore, 2017).

Sin embargo, esta dicotomía pierde sentido si entendemos por ambiente la conjunción entre sociedad y naturaleza. De hecho, la interrelación entre naturaleza y sociedad humana es indiscutible, como lo demuestran no solo el cambio climático, sino también otros tipos de transformaciones antropogénicas de los ecosistemas (Malm y Hornborg, 2014). Consecuentemente, al analizar temas ambientales, deben tenerse en cuenta los aspectos ecosistémicos, pero también las relaciones sociales, económicas, de producción, políticas y culturales, que definen al ser humano como ser social y que lo llevan a modificar su hábitat. No pensar en conjunto estos aspectos conlleva considerar a los procesos extractivos contemporáneos como marginales en las transformaciones ambientales y, en particular, en el cambio climático.

Del mismo modo, si solo se tiene en cuenta las relaciones sociales y políticas, perdemos de vista que la solución al cambio climático, depende de las acciones de los países desarrollados que lideran la producción académica, dejando de lado la diversidad de saberes sobre los ecosistemas. Ellos deciden qué hacer, lo que implica una centralización del conocimiento y, por tanto, su control. Pero, además, al ligar el procedimiento únicamente a aspectos técnicos, lo político desaparece y lo propuesto se presenta como totalmente objetivo. Así se ha implantado la creencia de que la solución al problema es global y responsabilidad de todos por igual (Ulloa, 2017). Es decir, ambos términos conllevan severas críticas. Por ejemplo, el Antropoceno, por resaltar solo el deterioro de la huella geológica y no considerar las desiguales relaciones de poder, y el Capitaloceno, por sostener la intencionalidad de despolitizar ese deterioro, que no es producido por la humanidad en abstracto, sino por un modelo civilizatorio específico (Monfrinotti Lescura, 2023).

En definitiva, la reestructuración de la vida social característica del nuevo modelo de organización capitalista incorpora al cambio ambiental global como una dimensión que consolida desigualdades, contradicciones y paradojas, al mismo tiempo que plantea nuevas formas de dominio (Romero Lankao, 2005).

Los debates despolitizados sobre ambiente y cambio climático en particular, sumados a la inexistencia de menciones explícitas a la conservación de los ecosistemas, a su aporte al control de las emisiones por el secuestro de gases de efecto invernadero (GEI), permiten que continúe el extractivismo salvaje imperante en la región, para satisfacer la demanda de los países desarrollados (Gligo *et al.*, 2020). Este modelo conlleva un enorme impacto socioambiental y una generalizada explosión de los conflictos (Svampa, 2012).

Por ejemplo, la autorización concedida por el gobierno uruguayo a HIF Glo-



bal (empresa chilena) para instalar una megaplanta de H<sub>2</sub> para producir e-metanol y e-gasolina para exportación, sobre el río Uruguay (ciudad de Paysandú, departamento de Paysandú), provocó que la comunidad de Colón (provincia de Entre Ríos, Argentina) reclamara su relocalización. El gobierno provincial argentino también se opuso argumentando que el polo turístico conformado por varias ciudades entrerrianas se vería negativamente afectado, especialmente, por la alteración del paisaje a través de la serie de chimeneas del proyecto (Tristant, 2025). Las desavenencias entre ambos países tienen un antecedente cercano en un conflicto similar ocurrido en Fray Bentos en 2006 (124km al sur), cuando se anunció la construcción de la primera planta de celulosa en Uruguay, lo que provocó el corte de los puentes internacionales y su posterior resolución en la Corte Internacional de Justicia (Tribunal de la Haya) (Gutiérrez y Panario, 2014).

Del lado uruguayo, la sociedad local ha iniciado acciones legales tendientes a suspender el proyecto por los múltiples impactos ambientales (el proyecto se desarrollaría en la zona propuesta como *buffer* de un área protegida, entre otros), y por la preocupación acerca de las fuentes de donde se obtendría agua. Estos aspectos coinciden con lo señalado por expertos del sector (entrevista a hidrogeóloga Paula Collazo, Méndez, 2023) que destacan que en la *Hoja de Ruta del Hidrógeno Verde y derivados* elaborada por el Ministerio de Industria, Energía y Minería “no se habla de agua subterránea”, sin embargo será utilizada. Es necesario destacar que la zona de la región pampeana situada a ambos márgenes del río Uruguay, utilizada principalmente para agricultura, con predominancia de cultivos de soja y maíz genéticamente modificados, está muy afectada por el extractivismo del agronegocio. Por tanto, sus cursos de agua también están severamente contaminados por el uso de agroquímicos fosforados (Bonilla *et al.*, 2015; Terradas-Cobas, Gutiérrez y Céspedes-Payret, 2021).

Más allá de los conflictos ambientales y el uso y abuso de los bienes naturales, las relaciones de poder predominantes en la economía del conocimiento han impulsado nuevos mercados en los que los instrumentos financieros prevalecen, permitiendo una capacidad de coordinación sin precedentes. Así, la financiarización ha expandido la acumulación de capital a contextos geográficos muy diversos (Harvey, 2012).

La promoción de la financiarización ha convertido a la especulación en el principal medio para obtener beneficios y ha aumentado la extracción de valor hasta el punto en que las grandes corporaciones se ven obligadas a destinar importantes sumas de dinero a investigación y desarrollo (I+D) para sus procesos de producción. Sin embargo, la innovación es una de las actividades que entraña más riesgos debido a la gran incertidumbre involucrada en su generación, pues el proceso de descubrimien-



tos científicos escalables es imprevisible por su naturaleza. Sin embargo, al considerarse al Estado solo como facilitador de la eliminación del riesgo del sector privado, sin participar como socio en los réditos de estos procesos, contribuye a la apropiación privada de los DPI.

Los DPI, con su control y apropiación privada del conocimiento, realizan la valorización del capital. Es precisamente el control del saber lo que genera valor, lo cual no implica que la producción de bienes materiales desaparezca, sino que el valor de estos se encuentra, de forma creciente, en factores intangibles (Karakilic, 2019). Por tanto, una mayor educación, inversión en I+D y desarrollo de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación caracterizarán a esta nueva etapa histórica (Suša, 2019) denominada Capitaloceno.

## **CAMBIO CLIMÁTICO E “HIDRÓGENO VERDE”**

El cambio climático que se está produciendo a nivel global amerita reducir el calentamiento global entre 1,5°C y 2°C, unido al compromiso de transitar hacia escenarios futuros más sostenibles de lo que indican las actuales tendencias (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2022). Los sectores más problemáticos al respecto son el transporte, la producción de energía y algunos sectores industriales, por lo que es importante la rápida descarbonización de estos sectores. En este contexto, el hidrógeno se ha presentado como “la solución”, impulsándolo como vector energético, es decir, como medio para almacenar y transportar energía sin incrementar los GEI.

En este contexto, el denominado H<sub>2</sub> es aquel que se produce a partir de energías renovables, sin recurrir a combustibles fósiles. En la actualidad, casi la totalidad del hidrógeno se genera principalmente a partir de gas natural y de carbón, produciendo hidrógeno gris. Las aplicaciones del H<sub>2</sub> son, fundamentalmente, como material básico, combustible, vector energético y medio de almacenamiento de energía (Jansons *et al.*, 2022). El método con mayor potencial para producirlo es la electrólisis del agua, que separa las moléculas de hidrógeno y oxígeno mediante un electrolizador utilizando energía eléctrica procedente, fundamentalmente, de fuentes hidroeléctricas, solares o eólicas.

La producción de H<sub>2</sub> mediante electrólisis del agua utilizando energía eólica es una de las vías con menores emisiones de GEI y con un coste competitivo (Ayodele y Munda, 2019). Sin embargo, su implementación a gran escala plantea inquietudes sobre la disponibilidad de agua y de tierra suficientes para la instalación de paneles solares fotovoltaicos, turbinas eólicas y sistemas de electrólisis (Tonelli *et al.*, 2023). También es inquietante la abundancia requerida de materia orgánica para producir



combustibles fáciles de transportar y almacenar, como el metanol.

Un tema a considerar es el consumo de agua dulce, que está en el rango de 10 a 15 litros por kg de H<sub>2</sub> producido (Noussan *et al.*, 2021). Según la Oficina de Eficiencia Energética y Energía Renovable (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2022), para producir los 409 millones de toneladas proyectados para 2050 de los denominados *e-fuels*, con los que se propone mitigar el calentamiento global, se necesitarán entre 7.000 y 9.000 millones de metros cúbicos de agua. Aunque representa menos del 0,25% del consumo actual de agua, se trata de un volumen impactante, sobre todo teniendo en cuenta que es un recurso cada vez más escaso. Además, el proceso tiene una ecuación económica más favorable cuando utiliza agua dulce y no salada. Según otros autores, considerando un análisis del ciclo de vida completo, la huella ambiental de la conversión del agua en hidrógeno es, en promedio, de unos 43 litros por kg de hidrógeno (Shi, Liao y Li, 2020). Por tanto, en un contexto de exacerbación del estrés hídrico debido al cambio climático, varios países deberán considerar si la producción de este gas es sostenible a largo plazo. La otra opción es utilizar agua de mar (lo que requeriría una mayor inversión), aguas residuales recuperadas (cuya tecnología aún no está madura) o hidrógeno blanco, también conocido como hidrógeno natural o geológico, presente de forma natural en la corteza terrestre, pero sobre el cual todavía existe incertidumbre respecto de sus eventuales reservas y las tecnologías de extracción.

Sin embargo, la preponderancia alcanzada por la especulación financiera está impulsando la creación de fondos de inversión para futuros proyectos. Tal es el caso del Programa H<sub>2</sub>U (Hidrógeno Uruguay), que incluye el H<sub>2</sub>U offshore, en el cual se ofrecen cuatro áreas marinas con una superficie promedio de 700 km<sup>2</sup> y ubicadas a más de 42 km de la costa, entre 20 y 50 m de profundidad, para producir H<sub>2</sub> y/o derivados a partir de energía eólica marina (Gerencia Transición Energética - ANCAP, 2025). Esto generará nuevos conflictos con zonas a proteger, fauna y fondos marinos, pero también reclamos de grupos sociales, como, por ejemplo, pescadores artesanales que verán su medio de vida amenazado.

Para apreciar las consecuencias que trae aparejadas el uso y abuso de este recurso básico para la vida tal y como la conocemos, debemos tener en cuenta que la actividad humana altera el ciclo del agua de tres maneras distintas pero interrelacionadas. En primer lugar, a través del uso de la humedad del suelo utilizada por la ganadería, los cultivos y la silvicultura (uso de agua verde), la extracción de agua (uso de agua azul) y el agua necesaria para asimilar la contaminación (uso de agua gris).

En segundo lugar, la alteración de aproximadamente tres cuartas partes de la superficie terrestre libre de hielo, mediante actividades como agricultura, deforesta-



ción y destrucción de humedales. Esto es verificable en la región del Río de la Plata, donde las actividades del Antropoceno han llevado a sus ecosistemas al límite. Estas alteraciones modifican la evapotranspiración, la recarga de aguas subterráneas, la descarga de los ríos y la precipitación a escala continental (Arraut *et al.*, 2012; Chen y Dominguez, 2024).

En tercer lugar, el cambio climático está alterando los patrones de flujo y almacenamiento de agua a escala local y global, lo que supone una interferencia humana con el ciclo del agua, que todavía no se comprende bien. Más preocupante aún es que la actividad humana ha creado una constelación de crisis hídricas que amenazan a miles de millones de personas y a muchos ecosistemas en todo el mundo. Estas crisis regionales de calidad, cantidad y existencia del agua se han vuelto globales, porque afectan a gran parte de la humanidad y a los ecosistemas terrestres. Están cada vez más impulsadas por el cambio climático a gran escala, el uso de la tierra y las conexiones entre el uso y la disponibilidad del agua que se extienden más allá de los límites de las cuencas individuales (Abbott *et al.*, 2019). Para generar y transportar H<sub>2</sub>, será necesario consumir agua verde y azul, e incrementar, posiblemente, la generación de materia orgánica (agricultura, forestación) para transformarlo en producto transportable.

En la actualidad, para impulsar una economía del H<sub>2</sub> son necesarios electricidad barata procedente de fuentes renovables y un bajo costo de las instalaciones de electrólisis. Para ello, es necesario construir electrolizadores de grandes dimensiones que garanticen la rentabilidad y la eficacia de las inversiones (Awad *et al.*, 2024). La importante caída en el costo de estos dos factores, en los últimos años, haría posible que, para el año 2040, el mercado de los electrolizadores se multiplique por mil, lo que implicaría una generación de 213,5 GW (gigavatio)<sup>3</sup> que se sumarían a los 200 GW existentes actualmente. Pero, si el objetivo es suplir el 24% de la demanda de energía con H<sub>2</sub>, se requerirán generar 31.320 TW (teravatio)<sup>4</sup> por hora de electricidad, para alimentar esos electrolizadores; o sea, más del doble de los producidos hoy en día a nivel mundial a partir de todas las fuentes combinadas (International Energy Agency [IEA], 2023), así como tener disponibilidad equivalente del material vegetal correspondiente.

El argumento comercial esgrimido a favor de esta tecnología es que no produce modificaciones importantes en el estilo de desarrollo, de esta forma, se podría descarbonizar sectores difíciles de limpiar, por ejemplo, el del transporte a larga distancia y el de la agricultura, lo cual colaboraría a lograr la neutralidad climática del

---

3 GW: unidad de potencia equivalente a mil millones de vatios  $1 \times 10^9$ .

4 TW: unidad de potencia equivalente a un billón de vatios  $1 \times 10^{12}$ .



planeta, sin tener que modificar el consumo actual. Sin embargo, estos sectores son extremadamente sensibles a las oscilaciones de los precios y están expuestos a una feroz competencia internacional. Por ello, no están dispuestos a pagar el costo de una alternativa que es presentada como más respetuosa con el ambiente. En este sentido, pretenden que parte del precio lo paguen los usuarios (Van Renssen, 2020).

Recientemente, diversos países han adoptado políticas nacionales e implementado estrategias para avanzar hacia una economía del H<sub>2</sub>, como los estados miembros de la Unión Europea (UE). Sin embargo, en ellas solo se menciona brevemente el objetivo de la descarbonización, sin un análisis en profundidad de cómo se lograría (Cheng y Lee, 2022). Estas políticas están en sintonía con el Pacto Verde de la UE, que, mediante medidas concretas, pretende convertir a Europa en el primer continente climáticamente neutro en 2050 y cumplir al mismo tiempo el Acuerdo de París<sup>5</sup>. A estas, se suma la Estrategia de Hidrógeno publicada en el año 2020, que establece una producción de 40 GW para 2030, sustentada por una inversión de un billón de dólares<sup>6</sup>. Por su parte, Australia, Canadá, China, Estados Unidos y Japón han adoptado medidas similares (Jansons *et al.*, 2022; Sadik-Zada, 2021).

Cabe señalar que dichos planes hacen hincapié en el transporte, distribución y almacenamiento, así como en las regulaciones, pero no en la producción. La razón es simple: Europa no dispone de los recursos naturales ni disponibilidad territorial necesaria para generar la energía que requiere, por ello deberá importar el 50% del H<sub>2</sub> que planea consumir. Japón estima importar más del 80%. Es decir, que los países con abundancia de recursos naturales serán los abastecedores de esos mercados (Presidencia de la República Argentina, 2023). Como siempre, este abastecimiento se realiza en el marco de relaciones neocolonialistas, en las que se entregan recursos naturales subvencionados a cambio de ciertas inversiones para su extracción, mediante contratos confidenciales entre gobiernos y empresas, “festejados” como si fueran logros de desarrollo local. Sin embargo, este desarrollo se logra, como ya sostenían Cardozo y Faletto en 1969 (Cardozo y Faletto, 1998), mediante vínculos con las economías centrales y bajo las pautas e intereses definidos por ellas.

Según la Agencia Internacional de Energía (International Energy Agency [IEA], 2021), el costo del H<sub>2</sub> (incluido captura, almacenamiento, transporte y utilización), alcanzaría 165 billones de dólares en 2030 y más de 470 billones de dólares en 2050. En

---

5 El Acuerdo de París firmado por 55 países (en vigor desde 2016). Objetivo evitar que superar los 2°C respecto a niveles preindustriales, promoviendo acciones para mantener el calentamiento global menor a 1,5°C.

6 Por ejemplo, la Comisión Europea aprobó un plan de ayudas para el cual Berlín desembolsará 3.000 millones de euros para reutilizar gasoductos existentes y construir nuevos para transportar hidrógeno, y estaciones de compresión. Ha prometido el primer gran gasoducto operativo para 2025 y toda la red prevista para 2032.



consecuencia, solo actores con gran poder económico y financiero, como las grandes petroleras, pueden invertir, manteniendo, a su vez, el control del comercio de combustibles. Por ejemplo, Shell Netherlands se alió con la empresa energética Eneco en un clúster de H<sub>2</sub> sin precedentes en los Países Bajos, para ofertar en una licitación de energía eólica marina holandesa. También, el desarrollador solar Lightsource BP7 (Reino Unido) reveló que estaba considerando la construcción de una planta de H<sub>2</sub> en Australia, con una capacidad de 1,5 GW procedentes de energía eólica y solar (Deign, 2020). Para poner en marcha estas iniciativas y considerando el capital necesario para llevarlas a cabo, se han puesto en marcha diferentes instrumentos financieros, como bonos verdes, canales especiales de crédito para empresas interesadas en el suministro, y préstamos para patentar DPI.

Como es habitual, en las regiones productoras se generará una mayor presión sobre los ecosistemas locales, como contaminación, sobreutilización de tierra y agua, y exportación de fertilidad de los suelos. También habrá impactos sociales, como cambios en la distribución de la población y, presumiblemente, competencia entre tierras con cultivos destinados a producir combustibles y tierras destinadas a producción de alimentos. Así, los países importadores evitarán esos efectos, lo que generará importantes desequilibrios de justicia ambiental en los países receptores de sus emprendimientos. Estos últimos, que han contribuido solo con una pequeña proporción de las emisiones globales, están desproporcionadamente afectados por el cambio climático (Cremonese, Mbungu y Quitzw, 2023) y lo estarán más debido a los impactos de estas inversiones. Así se conjugan el extractivismo y la economía del conocimiento. Es decir, ambos modelos se complementan, implementando objetivos e intereses buscados desde los países centrales, en desmedro de los países receptores.

## EN LA REGIÓN DEL RÍO DE LA PLATA

A finales de la última década, ha aumentado la competencia por inversiones que den acceso y control de los recursos naturales en los países de la cuenca del Río de la Plata (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay), mostrando creciente interés en el agua en el marco de una lógica extractivista, principalmente, para producir H<sub>2</sub>. A pesar que la región presenta un alto nivel de disponibilidad<sup>8</sup> de agua superficial, subterránea y salobre, así como aceptable régimen de precipitaciones, esto conlleva un enorme reto para las diferentes cuencas explotadas intensivamente para la pro-

7 Rebautizada como Lightsource Renewable Energy en 2018.

8 Al menos en lo que a cantidad se refiere. El abordaje de los problemas de calidad excede el alcance de este artículo, pero es una espada de Damocles, dado el desarrollo incontrolado de actividades está generando un pasivo de contaminación y degradación del ciclo hidrológico en general.



ducción agrícola, ganadera y forestal, proceso que se vuelve insostenible (Gligo *et al.*, 2024).

Asimismo, en esta lógica no se contemplan las previsiones de menor precipitación para la región, consecuencia del cambio climático, ni que la degradación de la Amazonia es un factor clave en ello, ya que se pueden interrumpir las corrientes aéreas húmedas que llegan a la zona (Arraut *et al.*, 2012; Chen y Dominguez, 2024), con gran impacto en el ciclo hidrológico, agravando aún más la situación. A estos efectos negativos deben sumarse los derivados de la pérdida de soberanía de los estados nacionales en favor del poder económico-financiero de grandes empresas con sede en países fuertemente industrializados.

En la cuenca del Río de la Plata, los estados nacionales no pueden afrontar las cuantiosas inversiones necesarias para instalar plantas y tuberías. Las petroleras, por ejemplo, están en una posición privilegiada para ofrecerlas, lo cual les abre el camino para también demandar privilegios. Así, en 2021, la empresa australiana Fortescue anunció una inversión de más de 7.000 millones de dólares en un proyecto en la provincia de Río Negro (Argentina), que incluye, entre otras obras, parques eólicos y una planta de producción. Como contrapartida, entre los requisitos exigidos por la empresa se encuentran una legislación que le garantice estabilidad fiscal y financiera, un régimen impositivo adecuado y la expansión del sistema eléctrico (Casas, 2023).

Cabe destacar que el río Negro (provincia de Chubut) tiene un caudal adecuado para regar una de las zonas productoras de alimentos más importantes de Argentina, pero el interés se debe a la abundancia de energía eólica disponible a bajo costo y a la velocidad y permanencia de los vientos en la Patagonia. Esta iniciativa se enmarca en la producción proyectada de Argentina de 5 millones de toneladas (Mt) de H<sub>2</sub> para 2050, obtenido mediante electrólisis. Para ello, serán necesarios 30 GW de electrolizadores y 55 GW de energía renovable. Teniendo en cuenta la tecnología actual, deberían instalarse entre 6.000 y 8.000 aerogeneradores, que ocuparían una superficie de 11.000 km<sup>2</sup> (Presidencia de la República Argentina, 2023).

En Brasil hay varios proyectos en los estados de Ceará, Pernambuco, Río de Janeiro y Río Grande del Sur (Figura 1). Entre otras empresas se encuentran Fortescue (como en Argentina), Mitsui, Caetano Bus, Mingyang Smart Energy y Spic (Bname-rica, 2023). Según un cálculo de Clean Energy Latin America (CELA), se espera que el precio del H<sub>2</sub> brasileño se ubique entre 3,40 y 5,00 euros por kilogramo, lo que lo haría muy competitivo. No obstante, con optimizaciones e incentivos, especialmente fiscales y regulatorios, el costo podría reducirse a 1,5 euros por kilogramo en el año 2030 (Teixeira, 2022).



**Figura 1 - Mapa de proyectos operativos y anunciados para producir hidrógeno de bajas emisiones con tecnología de electrólisis, en el MERCOSUR (Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay) a noviembre de 2023.**



Fuente: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/hydrogen-production-and-infrastructure-projects-database>. Consultado el: 13 mayo 2024.

Aparte del ya mencionado proyecto HIF Global, en Uruguay avanzan otros tres proyectos de inversión en H<sub>2</sub> con distintas características y desarrollo (Ministerio de Industria, Energía y Minería [MIEM], 2024). El proyecto Tambor Green Hydrogen Hub (localidad de Tambores, departamento de Tacuarembó) de Enertrag (empresa alemana), para producir e-metanol para exportación a partir de agua superficial y subterránea, siendo el acuífero Guaraní la posible fuente principal. En febrero de 2025, el Área de Evaluación Ambiental del Ministerio de Ambiente le comunicó a Enertrag que “la solicitud de autorización previa presentada no se ajusta a los términos de referencia” acordados para su elaboración, y el principal desajuste se debe a inconsistencias entre disponibilidad y consumo de agua, desconociéndose qué volumen de agua efectivamente utilizarán del acuífero Guaraní (Méndez, 2025a). Otro es Kahiros (Fray Bentos, departamento de Río Negro), propuesto por Ventus y Fraylog (empre-

sas uruguayas) para obtención de combustible para abastecimiento de camiones de carga. El tercero es H24U (Pueblo Centenario, departamento de Durazno), propuesto por Saceem y CIR (empresas uruguayas), para exportar H2 utilizando la infraestructura existente en Países Bajos como puerta de entrada (Ministerio de Industria, Energía y Minería [MIEM], 2023). Como es costumbre, se le concederán beneficios fiscales, a partir de la aplicación de la ley de promoción de inversiones vigente en el país, para asegurar su “sustentabilidad” económica, así como la posibilidad de utilizar capacidades e infraestructuras existentes de la empresa estatal de combustibles (ANCAP), para realizar actividades de mantenimiento y reducir costos (Medina *et al.*, 2021). El acuerdo fue firmado y mantenido en secreto, y una resolución judicial que ordenaba darlo a conocer fue desobedecida por el Gobierno de Uruguay, que ha sido multado por primera vez con una cantidad considerable por cada día que no cumpla con ella. Hasta ahora, dicho Gobierno parece decidido a pagar la multa, para no incumplir lo acordado con la empresa, pero también para evitar la reacción pública que seguramente se produciría si se divulgara.

Siguiendo un cálculo similar al realizado para Argentina, se necesitarían entre 2.000 y 2.660 aerogeneradores para ello, sin tener en cuenta que la velocidad y permanencia del viento es menor en Uruguay que en la Patagonia. Además, este emprendimiento piensa utilizar agua proveniente del acuífero Guaraní, desconociéndose posibles usos alternativos de esta agua de calidad para consumo humano, así como el impacto ambiental que podría tener el proceso sobre el ambiente y el acuífero en particular. Por tanto, como sostienen Cremonese, Mbungu y Quitzow (2023), las cuestiones de disponibilidad de agua dulce, tierra y energía barata son críticas desde un punto de vista ecosistémico y socioeconómico.

Esas grandes inversiones en H2 están motivadas por la alta participación y disponibilidad de energías renovables en la matriz eléctrica de los países de la región, la abundancia de agua, la flexibilidad de los gobiernos para conceder exenciones impositivas y otros beneficios, tales como la provisión de tendidos eléctricos. La presencia simultánea de estos recursos y beneficios no siempre está disponible en los países importadores, como tampoco la laxitud de exigencias ambientales. Esta disponibilidad hace a la región, atractiva para la instalación de plantas generadoras de combustibles “verdes”.

El análisis de las propuestas instala la presunción de desconocimiento del funcionamiento del ciclo hidrológico y de los tiempos de recarga de los acuíferos como sostiene Collazo (Méndez, 2023). A su vez, la información en general está permeada de confusiones en términos y procesos, en el marco de *greenwashing*, que pretende enmascarar el saqueo de tierras y de agua dulce para generar combustible, movili-



zando a organizaciones indígenas y ambientales (Méndez, 2025b). Tal es el caso del reclamo que reúne a vecinos autoconvocados, comunidades de pueblos originarios y autoridades provinciales, por más de 625 mil hectáreas de tierras fiscales, en la provincia de Río Negro (Argentina), que serán cedidas a la empresa *Fortescue Future Industries S.A* para producción de H<sub>2</sub>. Estas tierras están ocupadas mayoritariamente por familias mapuches-tehuelches, y la decisión afecta a cerca de 32 comunidades.

La zona que planea entregarse incluye al área natural protegida Meseta de Samuncura (Lastra y Ramos, 2022), la cual presenta una flora altamente especializada, con numerosas especies endémicas adaptadas a sus condiciones geológicas y climáticas particulares. Las comunidades vegetales, muchas de carácter xerófilo, reflejan un prolongado proceso evolutivo de aislamiento y adaptación, siendo fundamentales para mantener la integridad ecológica y la estabilidad funcional de los ecosistemas de la meseta. La conservación de esta biodiversidad es imprescindible tanto para preservar el balance ecológico y los servicios ecosistémicos que sustentan a la fauna local, como para salvaguardar el patrimonio cultural y los saberes ancestrales de los pueblos originarios que habitan la zona y han desarrollado prácticas sostenibles desde hace siglos.

Se estima que la generación de H<sub>2</sub> a partir de electrólisis podría alcanzar las 6 megatoneladas para 2030. Según la Presidencia de la República Argentina (2023), el 15% del total mundial se producirá en el Cono Sur, donde Brasil y Argentina cuentan con el 30% de los proyectos anunciados (International Energy Agency [IEA], 2023). Destacándose la capacidad total correspondiente a Argentina (Tabla 1):

**Tabla 1 - Capacidad de proyectos H<sub>2</sub>**

	Argentina	Brasil	Paraguay	Uruguay
<b>Capacidad (ktH<sub>2</sub>/año)</b>	2252.0	792.8	73.0	173.0

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos en: <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-product/hydrogen-production-and-infrastructure-projects-database>. Consultado el: 13 mayo 2024.

Para el cálculo del correspondiente consumo estimado de agua (Tabla 2) se usaron los valores mínimo y máximo, anteriormente presentados, de 10 y 15 litros por kg de H<sub>2</sub> producido y se multiplicaron por los kilogramos de la tabla anterior (Tabla 1).

La demanda de materia vegetal para el resto del proceso no se indica con un nivel de precisión necesario en los cálculos (oficiales o nacionales) en organismos internacionales, según el origen del material utilizado. Tampoco se especifican los volúmenes de los residuos generados.



**Tabla 2 - Consumo estimado de agua por kg de H<sub>2</sub> producido en millones de litros por año**

	Argentina	Brasil	Paraguay	Uruguay
Consumo de agua (millones de lt/año)	22520-37800	7920-11880	730-1095	1730-2595

Fuente: Elaboración propia.

La obtención de nuevos procesos más eficientes y asequibles para obtener H<sub>2</sub> de manera masiva aún se encuentra en sus etapas iniciales. Como señala el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España, en su Libro Blanco sobre energía limpia y segura, aún es una “*tecnología muy incipiente y se necesita investigación*” (Serra Alfaro; Pérez Coll, 2021). Además, estamos haciéndolo al revés: aunque actualmente no hay demanda, se impulsa la implementación de redes de conexión y se estimula la generación de H<sub>2</sub> sin saber a qué se va a dedicar (Rejón, 2023), ni si serán necesarias y adecuadas cuando eventualmente surja la demanda.

Entre los riesgos y dificultades involucradas en la producción y transporte de H<sub>2</sub> se encuentra la posibilidad de incendio y explosión, por ser altamente explosivo al mezclarse con aire. Es un gas incoloro e inodoro, sus fugas son difíciles de detectar y su llama es casi invisible a la luz del día. Estadísticamente, uno de cada cuatro incendios se atribuye a pérdidas y alrededor del 40% no se detecta con antelación (Jansons *et al.*, 2022). Si se pretende transportar hidrógeno en lugar de metanol o hidrocarburos de síntesis, se requiere un sistema de seguridad adecuado y especializado. Además, es habitual que las empresas no asuman los efectos sociales negativos asociados a la cadena de valor. Probablemente serán los gobiernos locales los encargados de contenerlos y mitigarlos.

Los países sudamericanos no están en condiciones de impulsar la economía del hidrógeno (ya es discutible que sea una verdadera solución), pues no disponen de la capacidad necesaria para invertir en la infraestructura. Mientras tanto, las empresas interesadas obtendrán cuantiosos subsidios para obtener un mayor beneficio financiero, sin tener en cuenta que las respectivas sociedades ya subsidiaron o subsidiarán la convertibilidad energética, como ocurrió en Uruguay con las pasteras de producción de celulosa (Terradas-Cobas; Gutiérrez; Panario, 2024). Esto podría derivar en ineficiencias en la asignación, debido al doble subsidio a la generación de electricidad, ahora también utilizada para producir H<sub>2</sub> (Sadik-Zada, 2021).

En síntesis, no parece que la situación sea un retroceso del extractivismo en la región, sino su continuidad e intensificación. En realidad, lo que subyace es la creciente disparidad tecnológica y financiera entre Norte y Sur, sobre todo respecto a quienes son los que marcan las agendas y reciben los beneficios al socializar una vez más los costos y desperdicios.



## INTERCAMBIO TECNOLÓGICO NORTE-SUR

### INVERSIÓN EN I+D

Las proyecciones para el año 2030 estiman una capacidad de electrólisis de 232 GW, mientras para el año 2050 se calcula alcanzar los 3200 GW. Esto implica contar con 3,2 millones de electrolizadores de 1 megavatios (MW) de potencia y más de 6000 GW de energías renovables, es decir, 600.000 aerogeneradores de 10 MW (Presidencia de la República Argentina, 2023), lo que supondría un cambio en el uso del suelo para su instalación, y la construcción de las infraestructuras necesarias acorde a ese desarrollo. A lo cual se deben agregar servicios intensivos en conocimiento, como los de ingeniería (importantes para los estudios de factibilidad), servicios de gestión e implementación de proyectos que incluyen la construcción y montaje de parques eólicos, así como servicios informáticos.

Por tanto, para cubrir la demanda de H<sub>2</sub> y combustibles asociados, no solo es necesario ampliar la capacidad productiva de los electrolizadores, sino también disponer de servicios tecnológicos y operativos, de logística y trazabilidad para la certificación de origen. Ello evidencia la enorme demanda de bienes de capital y, a su vez, de mano de obra altamente calificada asociada a estos procesos. Para ambos requerimientos, es fundamental contar con sistemas de innovación, investigación y transferencia de tecnología bien preparados y planificados con el tiempo necesario. La condición implícita para alcanzar esos objetivos es una inversión masiva en I+D. Como se puede observar (Tabla 3, en la página siguiente), este es el caso de los países desarrollados, pero no ha sido el de la región latinoamericana. El presupuesto que destina Estados Unidos es más del triple que el de Brasil, que es el país líder en inversión de la región.

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés), la inversión en I+D en tecnologías del H<sub>2</sub> aumentó fuertemente en los últimos años, como resultado de la ampliación y las nuevas fases de los programas anunciados anteriormente, así como de la implementación de nuevos programas. Esta tendencia se inició en el año 2010. Así, por ejemplo, Estados Unidos en 2021 destinó 9.500 millones de dólares al desarrollo de H<sub>2</sub> y aprobó el programa Hydrogen EarthShot para realizar proyectos de hidrógeno limpio. Globalmente, para las décadas 2020-2030, se han asignado al menos 65 billones de dólares, siendo Francia, Alemania y Japón los más involucrados. La inversión global alcanzaría los 160 billones de dólares, donde la mitad se destinaría a la producción de H<sub>2</sub> mediante energías renovables y electrólisis (International Renewable Energy Agency [IRENA], 2022).



**Tabla 3 - I +D de China, Estados Unidos, Japón, Alemania, Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay en el año 2021**

	<b>I+D</b> (% del PIB)		<b>I+D</b> (% del PIB)
<b>China</b>	2,43	<b>Argentina</b>	0,52
<b>Estados Unidos</b>	3,46	<b>Brasil</b>	1,15
<b>Japón</b>	3,30	<b>Paraguay</b>	0,14
<b>Alemania</b>	3,14	<b>Uruguay</b>	0,45

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos en: <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?locations=>. Consultado el: 29 jun. 2024.

Por su parte, China ha inaugurado un centro de I+D dedicado a la tecnología de pilas de combustible de H<sub>2</sub> con el objetivo de reducir costos, ya que estos son superiores no solo a los correspondientes de combustibles fósiles, sino también a los costos de las pilas eléctricas puras (Cadena Global de Televisión de China [CGTN], 2023a). Asimismo, se informó que los centros de investigación financiados con fondos extranjeros obtendrán financiación, participación en misiones y programas científicos y tecnológicos nacionales (Cadena Global de Televisión de China [CGTN], 2023b).

La UE también ha estado activa en este ámbito y, en 2021, creó la Empresa Común para un Hidrógeno Limpio o Asociación para un Hidrógeno Limpio, que es una asociación público-privada dedicada a apoyar actividades de investigación e innovación (i) en tecnologías del H<sub>2</sub> (Unión Europea, 2021). Alemania, que pretende alcanzar el liderazgo en esta tecnología, realiza inversiones en I+D+i para implementarla a gran escala, tanto para su generación como para su uso, con el objetivo de crear un mercado global para sus innovaciones (Kiefer, 2021).

## **PATENTES**

El conocimiento contenido en las invenciones e innovaciones tecnológicas del H<sub>2</sub> requiere generar ganancias que vayan más allá de su comercialización como mercancía. Además, el capital invertido reclama utilidades durante un largo periodo de tiempo, y a la vez, requiere de agentes encargados de producirlas. Por tanto, es preciso que los propietarios de las tecnologías conserven su control, limitando su difusión y reglamentando su uso a través de patentes. Así, las empresas pueden obtener préstamos bancarios poniendo sus DPI como garantía (World Economic Forum, 2023).

El fortalecimiento de los DPI no es un mecanismo de estímulo a la investigación, sino la búsqueda de rentas monopólicas cuyo efecto es aumentar las asimetrías territoriales y promover un intercambio comercial desigual entre regiones (Terradas-Cobas, Gutiérrez y Panario, 2023). Es la lógica del Capitaloceno muy bien instrumen-

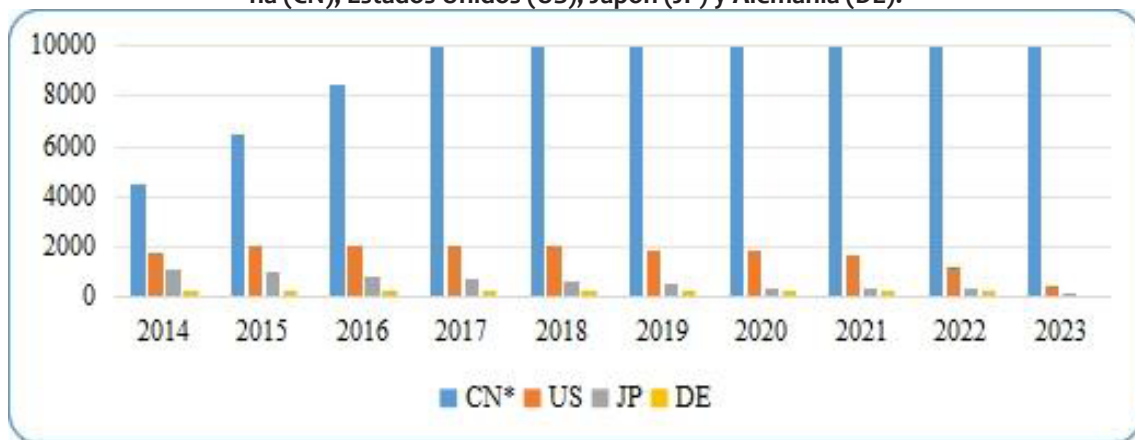


tada. No se busca apoyar a las industrias estratégicas, sino impulsar la competitividad necesaria para el funcionamiento de una economía global (Míguez, 2018). Para ello, la valorización del conocimiento es vital y obliga a repensar la conexión entre la globalización del capital y la territorialización política que esta asume (Hardt y Negri, 2000).

Las patentes en las tecnologías de uso final del hidrógeno, como en el sector automotriz, crecen a tasas altas lideradas por Japón (38%) y Europa (25%), mientras que en la aviación se destacan Europa (40%) y Estados Unidos (33%), y en el transporte marítimo dominan Europa (34%) y Japón (20%) (Tonelli *et al.*, 2023).

En el caso de la producción de H<sub>2</sub>, las tecnologías de mayor crecimiento están asociadas al proceso de electrólisis (International Energy Agency [IEA], 2023). En consecuencia, en una década, las patentes de las tecnologías utilizadas para obtener energía renovable mediante la separación del hidrógeno del oxígeno, tanto eólica como fotovoltaica, se dispararon principalmente en China. Mientras tanto, a nivel mundial se duplicaron en solo dos años (2014–2016). Las patentes de motores eólicos (Figura 2), son mayoritariamente propiedad de China y le siguen en orden de patentes Estados Unidos, Japón y Alemania.

Figura 2 - Patentes F03D (motores eólicos) publicadas de China (CN), Estados Unidos (US), Japón (JP) y Alemania (DE).

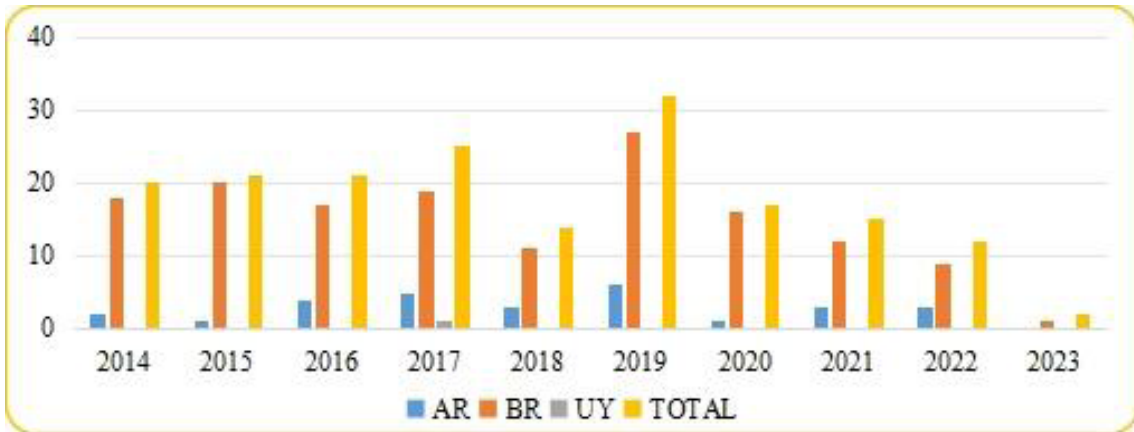


\*A partir de 2017 el número de patentes chinas es mayor a 10.000, por lo cual la Oficina Europea de Patentes, Espacenet, no discrimina el valor.

Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos en: [https://worldwide.espacenet.com/advanced-Search?locale=en\\_EP](https://worldwide.espacenet.com/advanced-Search?locale=en_EP). Consultado el: 17 mayo 2024.

Como puede observarse (Figuras 2 y 3), la cantidad de patentes totales de motores eólicos de los países latinoamericanos publicadas en 2019 es más de 300 veces menor que la de los países desarrollados y muestra una tendencia negativa.

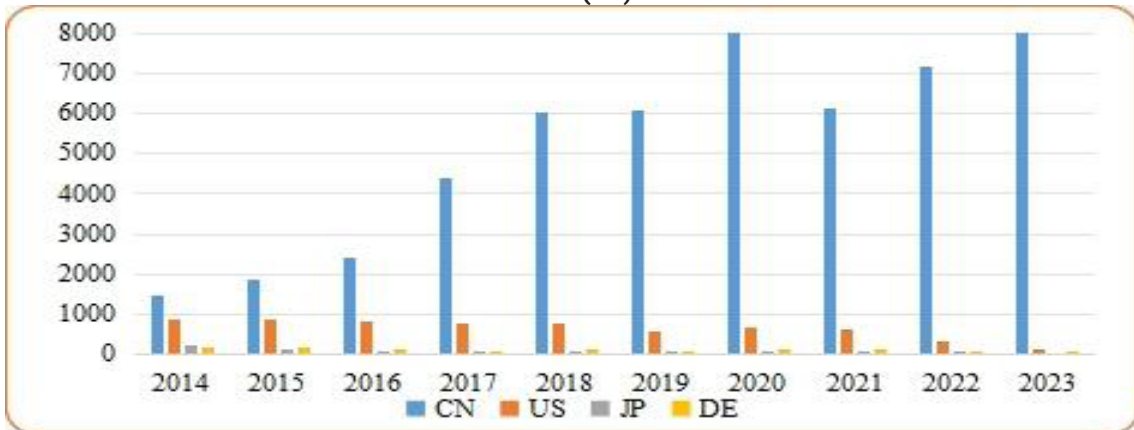
Figura 3 - Patentes F03D (motores eólicos) publicadas de Argentina (AR), Brasil (BR) y Uruguay (UY).



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos en: [https://worldwide.espacenet.com/advanced-Search?locale=en\\_EP](https://worldwide.espacenet.com/advanced-Search?locale=en_EP). Consultado el: 17 mayo 2024.

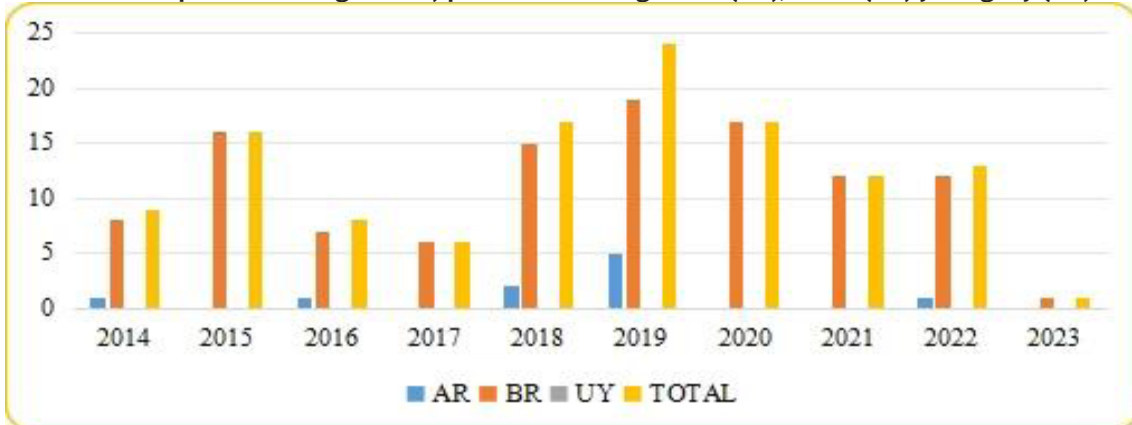
Lo mismo ocurre con las publicaciones de las patentes de colectores y sistemas de calor solar (Figuras 4 y 5), pero la diferencia en el año 2019 es aún más acentuada. En los países del Río de la Plata, el número de estas patentes es insignificante, siendo Brasil el país con mayor cantidad de ellas.

Figura 4 - Patentes F24S (colectores de calor solar; sistemas de calor solar para producir energía mecánica a partir de energía solar) publicadas de China (CN), Estados Unidos (US), Japón (JP) y Alemania (DE).



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos en: [https://worldwide.espacenet.com/advanced-Search?locale=en\\_EP](https://worldwide.espacenet.com/advanced-Search?locale=en_EP). Consultado el: 20 mayo 2024.

**Figura 5 - Patentes F24S (Colectores de calor solares; sistemas de calor solar para producir energía mecánica a partir de energía solar) publicadas de Argentina (AR), Brasil (BR) y Uruguay (UY).**



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos en: [https://worldwide.espacenet.com/advancedSearch?locale=en\\_EP](https://worldwide.espacenet.com/advancedSearch?locale=en_EP). Consultado el: 20 mayo 2024.

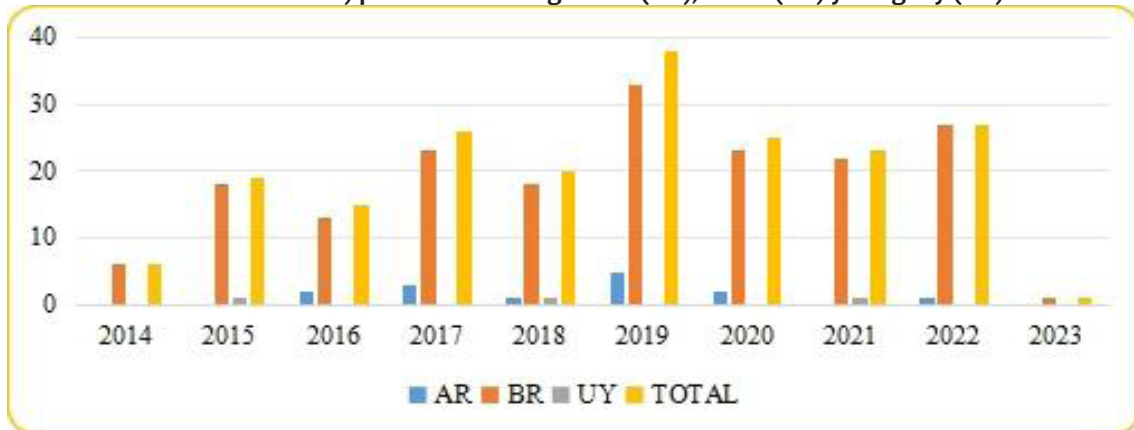
Nuevamente, las patentes publicadas de generación de energía eléctrica mediante conversión de radiación infrarroja, luz visible o luz ultravioleta (Figura 6), son mayoritariamente propiedad de China y le siguen en orden de patentes Estados Unidos, Japón y Alemania. En comparación, en los países del Río de la Plata, el número es insignificante, siendo Brasil el país con mayor cantidad (Figura 7) aunque la tendencia en el Río de la Plata es, en este caso, creciente.

**Figura 6 - Patentes H02S (Generación de energía eléctrica mediante conversión de radiación infrarroja, luz visible o luz ultravioleta, por ejemplo, utilizando módulos fotovoltaicos) publicadas de China (CN), Estados Unidos (US), Japón (JP) y Alemania (DE).**



\* A partir de 2017 el número de patentes chinas es mayor a 10000 por lo cual la Oficina Europea de Patentes, Espacenet no discrimina el valor. Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos en: [https://worldwide.espacenet.com/advancedSearch?locale=en\\_EP](https://worldwide.espacenet.com/advancedSearch?locale=en_EP). Consultado el: 20 mayo 2024.

**Figura 7 - Patentes H<sub>2</sub>S (generación de energía eléctrica mediante conversión de radiación infrarroja, luz visible o luz ultravioleta, por ejemplo, utilizando módulos fotovoltaicos) publicadas de Argentina (AR), Brasil (BR) y Uruguay (UY).**



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos en: <https://worldwide.espacenet.com/advanced-Search?locale=en>. Consultado el: 20 mayo 2024.

Esas asimetrías en la patentabilidad de las tecnologías necesarias para el despliegue del H<sub>2</sub> y sus derivados evidencian que la mayoría de los países que actualmente impulsan una estrategia de hidrógeno son países con economías avanzadas o emergentes, con capacidad de inversión y también con importantes recursos destinados a la investigación y la innovación, que moldean las condiciones de la economía global. Esto pone en tensión la lógica global del capital y la dimensión territorial de las políticas nacionales, así como de las capacidades estatales para su regulación y control. Evidentemente la región parece estar lejos de lograr un “núcleo endógeno de dinamización económica” (Sunkel, 1991, p. 22) generador de un eslabonamiento dinámico entre el capital y la tecnología, esencial para consolidar una estrategia de inserción mundial a largo plazo acorde a nuestras necesidades y que se desacople del patrón actual. El resultado es la formación de enclaves de desarrollo de un capitalismo sustentado en el conocimiento en todas sus manifestaciones, que impone condiciones muy desventajosas para los países en desarrollo. Por tanto, la carrera por el liderazgo tecnológico es clara, ya se conoce a los ganadores y a los perdedores.

## CONSIDERACIONES FINALES

La demanda de recursos naturales se ha producido desde la antigüedad, pero lo que se destaca actualmente es su intensidad. A medida que se producen más bienes y servicios y los existentes se transforman, la pérdida de bienes naturales se acelera. Es desalentador el pronóstico para los ecosistemas de América del Sur, al no avizorarse cambios significativos en las causas que los provocan. La exigencia de nuevas formas de energía para campar el cambio climático sin cambiar el estilo de vida ha ampliado

las fronteras del extractivismo. El requerimiento de agua y otros recursos disponibles en el economías emergentes para la obtención de combustibles “verdes” no escapa a esta realidad, pero, a diferencia de lo que ocurre con la extracción de metales, el agua es indispensable para la vida tal y como la conocemos.

A pesar de las posibles ventajas que el cambio de la matriz energética puede aportar con la reconversión a energías libres de carbono, no se deben pasar por alto las incertidumbres sobre las consecuencias ambientales de la generación de H<sub>2</sub> debido al conocimiento limitado del ciclo del hidrógeno y de sus fuentes y sumideros. Además, se desconocen los orígenes y las cantidades de biomas utilizados para obtener combustibles aptos para el transporte y su posterior utilización en motores más o menos convencionales. Entre sus principales efectos está la liberación de cantidades significativas a la atmósfera, lo que podría aumentar la concentración de vapor de agua en las zonas donde se utilice la combustión, con el consecuente y difícilmente predecible efecto invernadero, mientras en las zonas de extracción se exporta agua, incluso de fuentes renovables solo a escala geológica.

El costo de la tecnología sigue siendo elevado en comparación con las energéticas convencionales. Sin embargo, hay que tener en consideración otros factores que no son técnicos ni económicos. La economía que surja a partir del H<sub>2</sub> establecerá seguramente dinámicas geopolíticas diferentes que dependerán de los usos que al final se le den. Estos usos generarán sus respectivas cadenas de valor, que determinarán qué sectores serán los ganadores y cuáles serán los perdedores. Debido al botín en juego, habrá luchas y conflictos intensos entre diferentes actores (e.g.: compañías petroleras y proveedores de energía renovable), que modelarán el mercado global. Las ventas anuales se estiman en 700 mil millones de dólares para el año 2050, con miles de millones más invertidos, sin contar con el valor de los equipos de uso final (Van de Graaf *et al.*, 2020). Ello supondrá, además, una asimetría tecnológica y económica mayor que la actual entre regiones productoras e importadoras. Se consolidará aún más la acumulación del capital mediante el control del conocimiento y el beneficio financiero, lo que exacerbará el intercambio tecnológico y los costos ecológicos desiguales entre Norte–Sur como es habitual.

Una alternativa que debe ser seriamente analizada es usar el H<sub>2</sub> verde y sus derivados, pero haciendo uso soberano del recurso: fabricarlo para consumo interno y producir mercancías con cero emisiones de CO<sub>2</sub>, de forma que se genere una industrialización que obtenga precios diferenciales por ser carbono neutra, aspecto este que no se ve reflejado en los planes de gobierno de los partidos políticos o los gobiernos de la región, más inclinados a apoyar el extractivismo que a producir bienes y empleos de alta calidad.



El protagonismo ambiental del sur no podrá ser alcanzado sin un sistema de I+D que genere conocimientos de los ecosistemas, de cómo regenerar y restaurar los deteriorados y de cómo conservar los que no lo están. Solo así se podrá romper la dependencia científico-tecnológica actual, pero también es fundamental entender que esa dependencia seguirá en pie si es ajena la decisión de qué tecnología usar, independientemente de si la tecnología es exógena o endógena. Porque ese condicionamiento va a pautar el camino de desarrollo en todas sus dimensiones e impedirá a la región encaminarse hacia una economía del conocimiento propia.

No parece que la situación sea un retroceso del extractivismo en la región, sino su continuidad, y detrás se encuentra la creciente disparidad tecnológica y financiera entre Norte-Sur, y en quienes marcan las agendas. Sin embargo, el potencial de desarrollo de la región es muy grande. Posee suelos fértiles, aptos para una agricultura variada y de calidad, disponibilidad de agua dulce y una extensa red eléctrica apoyada, en gran medida, en recursos con bajo contenido de carbono. Estas características son únicas y permitirían lograr un desarrollo con equidad y justicia ambiental. Para ello, sería necesario implementar medidas proteccionistas de los bienes ambientales que establezcan reglas claras y controles eficientes sobre su uso y manejo. Lo ambiental debe ser considerado un factor básico y estratégico, es decir, debe ser un sujeto político (Gligo *et al.*, 2024). Por tanto, es primordial que tenga un rol estratégico en la toma de decisiones sobre políticas públicas, así como en su implementación y gestión. De un cambio de paradigma depende nuestra supervivencia como especie.



## REFERENCIAS

ABBOTT, Benjamin; BISHOP, Kevin; ZARNETSKE, Jay; MINAUDO, Camille; CHAPIN III, F. Stuart; KRAUSE, Stefan; HANNAH, David; CONNER, Lafe; ELLISON, David; GODSEY, Sarah; PLONT, Stephen; MARÇAIS, Jean; KOLBE, Tamara; HUEBNER, Amanda; FREI, Rebecca; HAMPTON, Tyler; GU, Sen; BUHMAN, Madeline; SARA SAYEDI, Sayedeh; URSACHE, Ovidiu; CHAPIN, Melissa; HENDERSON, Kathryn; PINAY, Gilles. Human domination of the global water cycle absent from depictions and perceptions. **Nature Geoscience**, v. 12, n. 7, p. 533-540, 2019. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/s41561-019-0374-y>. Consultado el: 26 ago. 2025.

ARRAUT, Josefina Moraes; NOBRE, Carlos; BARBOSA, Henrique; OBREGON, Guillermo; MARENCO, José. Aerial rivers and lakes: looking at large-scale moisture transport and its relation to Amazonia and to subtropical rainfall in South America. **Journal of Climate**, v. 25, n. 2, p. 543-556, 2012. Disponible en: <https://doi.org/10.1175/2011JCLI4189.1>. Consultado el: 26 ago. 2025.

AWAD, Mohamed; SAID, Abdelrahman; SAAD, Mohamed; FAROUK, Amr; MAHMOUD, Mohamed; ALSHAMMARI, Meshari; ALGHAYTHI, Mamdouh; ABDEL ALEEM, Shady; ABDELAZIZ, Almoataz; OMAR, Ahmed. A review of water electrolysis for green hydrogen generation considering PV/wind/hybrid/hydropower/geothermal/tidal and wave/biogas energy systems, economic analysis, and its application. **Alexandria Engineering Journal**, v. 87, p. 213-239, 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.12.032>. Consultado el: 26 ago. 2025.

AYODELE, Temiope; MUNDA, Josiah. Potential and economic viability of green hydrogen production by water electrolysis using wind energy resources in South Africa. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 44, n. 33, p. 17669-17687, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2019.05.077>. Consultado el: 26 ago. 2025.

BELL, Daniel. **El advenimiento de la sociedad post-industrial**: un intento de pronóstico social. Madrid: Alianza, 1976.

BIRCH, Kean; LEVIDOW, Les; PAPAIOANNOU, Theo. Self-fulfilling prophecies of the European knowledge-based bio-economy: The discursive shaping of institutional and policy frameworks in the bio-pharmaceuticals sector. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 5, n. 1, p. 1-18, 2014. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s13132-012-0117-4>. Consultado el: 26 ago. 2025.

BIRCH, Kean. Technoscience Rent: Toward a Theory of Rentiership for Technoscientific Capitalism. **Science, Technology, & Human Values**, v. 45, n. 1, p. 3-33. 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0162243919829567>. Consultado el: 26 ago. 2025.

BNAMERICA. **Brasil busca beneficiarse con adhesión a iniciativa global de hidrógeno verde** (27 jul. 2023). 2023. Disponible en: <https://www.bnamericas.com/es/noticias/brasil-busca-beneficiarse-con-adhesion-a-iniciativa-global-de-hidrogeno-verde>.



Consultado el: 26 ago. 2025.

BONILLA, Sylvia; HAAKONSSON, Signe; SOMMA, Andrea; GRAVIER, Ana; BRITOS, Anamar; VIDAL, Leticia; DE LEÓN, Lizet; BRENA, Beatriz; PÍREZ, Macarena; PICCINI, Claudia; MARTÍNEZ DE LA ESCALERA, Gabriela; CHALAR, Guillermo; GONZÁLEZ-PIANA, Mauricio; MARTIGANI, Fátima; AUBRIOT, Luis. Cianobacterias y cianotoxinas en ecosistemas límnicos de Uruguay. **INNOTEC**, v. 10, p. 9–22, 2015. Disponible en: <http://ojs.latu.org.uy/index.php/INNOTEC/article/view/293>. Consultado el: 26 ago. 2025.

CADENA GLOBAL DE TELEVISIÓN DE CHINA [CGTN]. China anuncia un centro regional de I+D de pilas de combustible de hidrógeno (1 dic. 2023). **CGTN en español**. 2023a. Disponible en: <https://espanol.cgtn.com/news/2023-12-01/1730500030079741954/index.html>. Consultado el: 26 ago. 2025.

CADENA GLOBAL DE TELEVISIÓN DE CHINA [CGTN]. China refuerza el apoyo a centros de I+D con financiación extranjera (19 ene. 2023). 2023b. **CGTN en español**. Disponible en: <https://espanol.cgtn.com/news/2023-01-19/1615905413470965762/index.html>. Consultado el: 26 ago. 2025.

CARDOZO, Fernando; FALETTO, Enzo. Dependencia y desarrollo en América Latina. In: **Cincuenta años de pensamiento de la CEPAL: textos seleccionados**. Santiago de Chile: FCE, CEPAL, 1998. v. 2, p. 475-499.

CASAS, Ximena. Hidrógeno verde: empresa australiana Fortescue, a la espera de señales oficiales para acelerar el proyecto (15 mayo 2023). **Infobae**. 2023. Disponible en: <https://www.infobae.com/economia/2023/05/15/hidrogeno-verde-la-empresa-australiana-fortescue-a-la-espera-de-senales-oficiales-para-acelerar-el-proyecto/>. Consultado el: 26 ago. 2025.

CEPAL. **Perspectivas del Comercio Internacional de América Latina y el Caribe**, 2020: la integración regional es clave para la recuperación tras la crisis (LC/PUB.2020/21-P). Santiago: NU; CEPAL, 2021.

CHEN, Chu Chun; DOMINGUEZ, Francina. The location of large-scale soil moisture anomalies affects moisture transport and precipitation over southeastern South America. **Geophysical Research Letters**, v. 51, n. 7, 2024. Disponible en: <https://doi.org/10.1029/2023GL106777>. Consultado el: 26 ago. 2025.

CHENG, Wenting; LEE, Sora. How green are the national hydrogen strategies? **Sustainability**, v. 14, n. 3, 1930, 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su14031930>. Consultado el: 26 ago. 2025.

CREMONESE, Lorenzo; MBUNGU, Grace; QUITZOW, Rainer. The sustainability of green hydrogen: an uncertain proposition. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 48, n. 51, p. 19422-19436, 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2023.01.350>. Consultado el: 26 ago. 2025.



CRUTZEN, Paul; STOERMER, Eugene. The Anthropocene. **Global Change Newsletter**, v. 41, p. 17-18, 2000. Disponible en: <http://www.igbp.net/publications/globalchange-magazine/globalchangemagazine/globalchangenewslettersno4159.5.5831d9ad-13275d51c098000309.html>. Consultado el: 26 ago. 2025.

DEIGN, Jason. So, what exactly is green hydrogen? (29 jun. 2020). **GTM Green Tech Media**. 2020. Disponible en: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/green-hydrogen-explained>. Consultado el: 26 ago. 2025.

FUMAGALLI, Andrea. Sussunzione del lavoro e della vita nel capitalismo delle piattaforme. **Cartografie Sociali**, v. 6, n. 12, p. 49-65, 2021. Disponible en: <https://university-press.unisob.na.it/ojs/index.php/cartografiesociali/article/view/1438/1048>. Consultado el: 26 ago. 2025.

FURTADO, Celso. Desarrollo y subdesarrollo. In: **Cincuenta años del pensamiento de la CEPAL: textos seleccionados**. Santiago: Fondo de Cultura Económica, CEPAL, 1998. v. 1, p. 229-241. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11362/2044>. Consultado el: 26 ago. 2025.

GALEANO, Eduardo. **Las venas abiertas de América Latina**. México DF: Siglo XXI, 2004. Disponible en: [https://archive.org/details/las-venas-abiertas-de-america-latina\\_201807f](https://archive.org/details/las-venas-abiertas-de-america-latina_201807f). Consultado el: 26 ago. 2025.

GERENCIA TRANSICIÓN ENERGÉTICA - ANCAP. **Ronda H2U offshore**. 2025. Disponible: <https://www.ancap.com.uy/17065/5/ronda-h2u-offshore.html>. Consultado el: 3 mayo 2025.

GLIGO, Nicolás; ALONSO, Gisela; BARKIN, David; BRAILOVSKY, Antonio; BRZOVIC, Francisco; CARRIZOSA, Julio; DURÁN, Hernán; FERNÁNDEZ, Patricio; GALLOPÍN, Gilberto; LEAL, José; MARINO DE BOTERO, Margarita; MORALES, César; ORTIZ MONASTERIO, Fernando; PANARIO, Daniel; PENGUE, Walter; RODRÍGUEZ BECERRA, Manuel; ROFMAN, Alejandro; SAA, René; SEJENOVICH, Héctor; SUNKEL, Osvaldo; VILLAMIL, José. **La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe**. Santiago: CEPAL, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.18356/9789210047425>. Consultado el: 26 ago. 2025.

GLIGO, Nicolás; BARKIN, David; CARRIZOSA, Julio; DURÁN, Hernán; FERNÁNDEZ SEYLER, Patricio; GALLOPÍN, Gilberto; LEAL, José; MARINO DE BOTERO, Margarita; MORALES, César; ORTIZ MONASTERIO, Fernando; PANARIO, Daniel; PENGUE, Walter; RODRÍGUEZ BECERRA, Manuel; ROFMAN, Alejandro; SAA, René; SUNKEL, Osvaldo; VILLAMIL, José. **América Latina y el Caribe: Una de las últimas fronteras para la vida**. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Gobierno, 2024.

GUDYNAS, Eduardo. Conflictos y extractivismos: conceptos, contenidos y dinámicas. **DECURSOS**, n. 27-28, p. 79-116, 2013.



GUTIÉRREZ, Ofelia; PANARIO, Daniel. **Implementación de un complejo forestal Industrial, ¿una política de Estado? Estudio de caso: Uruguay.** Amsterdam: ENGOV (Gobernanza Ambiental en América Latina y el Caribe). Unión Europea. Documentos Trabajo n.7, 2014. Disponible en: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.26174.89928>. Consultado el: 26 ago. 2025.

GUTIÉRREZ, Ofelia; PANARIO, Daniel; TERRADAS-COBAS, Liliana; CÉSPEDES-PAYRET, Carlos. Cambio Global. De la prehistoria al presente. In: VASQUEZ BACA, Urphy; DE LISIO, Antonio (eds.). **Cambio ambiental global, metabolismo social local, gobernanza y alternativas.** Número #4 Desastres ambientales y catástrofes sociales. Buenos Aires: CLACSO, 2022. v. 4, p. 10-17. Disponible en: <https://www.clacso.org/boletin-4-cambio-ambiental-global-metabolismo-social-local-gobernanza-y-alter>. Consultado el: 26 ago. 2025.

HARDT, Michael; NEGRI, Antonio. **Empire.** London: Harvard University Press, 2000. Disponible en: <https://www.hup.harvard.edu/books/9780674006713>. Consultado el: 26 ago. 2025.

HARVEY, David. El enigma del capital y las crisis del capitalismo. **Investigaciones Geográficas, Boletín Instituto de Geografía**, v. 83, p. 142-145, 2012.

HARVEY, David. El “Nuevo” Imperialismo: Acumulación Por Desposesión. Trad. Ruth Felder. **Socialist Register**, p. 99-129, 2004. Disponible en: <https://socialistregister.com/index.php/srv/article/view/14997/11983>. Consultado el: 26 ago. 2025.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC]. Summary for Policy-makers [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, M. Tignor, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V.Möller, A. Okem (eds.)]. In: PÖRTNER, H.-O.; ROBERTS, D.C.; TIGNOR, M.; POLOCZANSKA, E.S.; MINTENBECK, K.; ALEGRÍA, A.; CRAIG, M.; LANGSDORF, S.; LÖSCHKE, S.; MÖLLER, V.; OKEM, A.; RAMA, B. (eds.). **Climate Change 2021: The Physical Science Basis.** Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge y New York: Cambridge University Press, 2022. p. 3-33. Disponible en: <https://doi.org/10.1017/9781009157940.001>. Consultado el: 26 ago. 2025.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY [IEA]. **Global Hydrogen Review 2023.** Paris. 2023. Disponible en: <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023>. Consultado el: 24 abr. 2024.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY [IRENA]. **Geopolitics of the energy transformation: the hydrogen factor.** Masdar, Abu Dhabi, 2022. Disponible en: <https://www.irena.org/publications/2022/Jan/Geopolitics-of-the-Energy-Transformation-Hydrogen>. Consultado el: 3 mayo 2024.

JANSONS, Leo; ZEMITE, Laila; ZELTINS, Namejs; BODE, Ilmars; GEIPELE, Ineta; KIESNERS, K. The Green Hydrogen and the EU gaseous fuel diversification risks. **Latvian Journal of Physics and Technical Sciences**, v. 59, n. 4, p. 53-70, 2022. Disponible



en: <https://doi.org/10.2478/lpts-2022-0033>. Consultado el: 26 ago. 2025.

KARAKILIC, Emrah. Rethinking intellectual property rights in the cognitive and digital age of capitalism: An autonomist Marxist reading. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 147, p. 1-9, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.06.007>. Consultado el: 26 ago. 2025.

KIEFER, Christoph. Alemania, la economía europea del hidrógeno y el rol de España (11 jun. 2021). 2021. **Agenda Pública. Análisis de políticas públicas**. Disponible en: <https://agendapublica.es/noticia/17239/alemania-economia-europea-hidrogeno-rol-espana>. Consultado el: 26 ago. 2025.

LASTRA, Julia; RAMOS, Esteban. Comunidades Mapuche-Tehuelche denuncian la entrega de sus territorios para la planta de Hidrógeno Verde (29 abr. 2022). Territorios **Energía OPSur**. 2022. Disponible en: <https://opsur.org.ar/2022/04/29/comunidades-mapuce-tewelce-denuncian-la-entrega-de-sus-territorios-para-la-planta-de-hidrogeno-verde/>. Consultado el: 26 ago. 2025.

MALM, Andreas; HORNBERG, Alf. The geology of mankind? A critique of the anthropocene narrative. **Anthropocene Review**, v. 1, n. 1, p. 62–69, 2014. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/2053019613516291>. Consultado el: 26 ago. 2025.

MAZZUCATO, Mariana. **Cambio transformacional en América Latina y el Caribe: un enfoque de política orientada por misiones**. Santiago: CLACSO. (LC/TS.2022/150/Rev.1), 2023. Disponible en: <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48298-cambio-transformacional-america-latina-caribe-un-enfoque-politica-orientada>. Consultado el: 14 ago. 2024.

MEDINA, Noelia; SCARONE, Martín; SIERRA, Wilson; COOPMAN, Martijn; CORREA, Cecilia; GONZÁLEZ, María; IRRAZABAL, Gonzalo. **Hidrógeno Verde: un paso natural para Uruguay hacia la descarbonización**. Montevideo: BID, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.18235/0003761>. Consultado el: 26 ago. 2025.

MÉNDEZ, Camila. Paula Collazo: “Es muy preocupante que el hidrógeno verde se haga con agua subterránea que debiera considerarse como una reserva estratégica” (24 jun. 2023). **La Diaria**, 2023. Disponible en: <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/>. Consultado el: 26 ago. 2025.

MÉNDEZ, Camila. Ambiente planteó falta de información para evaluar el impacto de planta de e-metanol que pretende instalarse en Tambores (24 mar. 2025). **La Diaria**, 2025a. Disponible en: <https://ladiaria.com.uy/ambiente/articulo/2025/3/ambiente-planteo-falta-de-informacion-para-evaluar-el-impacto-de-planta-de-e-metanol-que-pretende-instalarse-en-tambores/>. Consultado el: 26 ago. 2025.

MÉNDEZ, Camila. “No se puede vender el agua del acuífero Guaraní para hacer com-



bustible para Europa”: cuestionan proyecto de e-metanol (31 mar. 2025). **La Diaria**, 2025b. Disponible en: <https://ladiaria.com.uy/ambiente/articulo/2025/3/no-se-puede-vender-el-agua-del-acuifero-guarani-para-hacer-combustible-para-europa-cuestionan-proyecto-de-e-metanol/>. Consultado el: 26 ago. 2025.

MÍGUEZ, Pablo. La propiedad intelectual y la mercantilización forzada del conocimiento. **Universitas-XXI**, v. 29, p. 43-65, 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.17163/uni.n29.2018.02>. Consultado el: 26 ago. 2025.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINERÍA [MIEM]. Proyectos de hidrógeno verde y derivados en Uruguay (16 sept. 2024). **Proyectos de Hidrógeno Verde y Derivados en Uruguay**. 2024. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/politicas-y-gestion/proyectos-hidrogeno-verde-derivados-uruguay>. Consultado el: 26 ago. 2025.

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINERÍA [MIEM]. Uruguay da importante paso hacia el desarrollo del hidrógeno verde con la concreción del primer proyecto piloto (16 mayo 2023). **Noticias**. 2023. Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/comunicacion/noticias/uruguay-da-importante-paso-hacia-desarrollo-del-hidrogeno-verde-concrecion>. Consultado el: 26 ago. 2025.

MONFRINOTTI LESCURA, Vanessa. Imbricaciones que importan: Desafíos relacionales y feminismos anti-extractivistas en tiempos de Capitaloceno. **Otros Logos - Revista de Estudios Críticos**, v. 14, p. 62-84, 2023. Disponible en: [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/240236/CONICET\\_Digital\\_Nro.d58cf7a6-ffcd-4642-a035-9b1d4d741200\\_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/240236/CONICET_Digital_Nro.d58cf7a6-ffcd-4642-a035-9b1d4d741200_B.pdf?sequence=2&isAllowed=y). Consultado el: 26 ago. 2025.

MOORE, Jason. **El capitalismo en la trama de la vida: Ecología y acumulación de capital**. Madrid: Traficantes de Sueños, 2020. Disponible en: [https://traficantes.net/sites/default/files/pdfs/PC\\_22\\_MOORE\\_web.pdf](https://traficantes.net/sites/default/files/pdfs/PC_22_MOORE_web.pdf). Consultado el: 26 ago. 2025.

MOORE, Jason. The Capitalocene, Part I: On the nature and origins of our ecological crisis. **Journal of Peasant Studies**, v. 44, n. 3, p. 1743-9361, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/03066150.2016.1235036>. Consultado el: 26 ago. 2025.

NOUSSAN, Michel; RAIMONDI, Pier; SCITA, Rossana; HAFNER, Manfred. The role of green and blue hydrogen in the energy transition—a technological and geopolitical perspective. **Sustainability**, v. 13, n. 1, p. 1-26, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su13010298>. Consultado el: 26 ago. 2025.

PALACIO, Germán; VARGAS, Alberto; HENNESSY, Elizabeth. Antropoceno o Capitaloceno en fricción. Des-Encuentros entre Geociencias e Historia. In: ALIMONDA, Héctor; TORO PÉREZ, Catalina; MARTÍN, Facundo (eds.). **Ecología política latinoamericana**. Pensamiento crítico, diferencia latinoamericana y rearticulación epistémica. Buenos Aires: CLACSO y UAM, 2017. v. 2, p. 265-288. Disponible en: [https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/bitstream/CLACSO/11406/1/GT\\_Ecologia\\_politica\\_Tomo\\_](https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/bitstream/CLACSO/11406/1/GT_Ecologia_politica_Tomo_)



II.pdf. Consultado el: 26 ago. 2025.

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA ARGENTINA. **Estrategia Nacional para el Desarrollo de la Economía del Hidrógeno**. Buenos Aires: Secretaría de Asuntos Estratégicos, 2023. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2023/07/estrategia\\_nacional\\_de\\_hidrogeno\\_-\\_sae.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2023/07/estrategia_nacional_de_hidrogeno_-_sae.pdf). Consultado el: 26 ago. 2025.

REJÓN, Raúl. Hidrógeno verde: ¿burbuja, solución climática o riesgo ambiental? Un poco de todo (25 ene. 2023). **EIDiario.es**. 2023. Disponible en: [https://www.eldiario.es/sociedad/hidrogeno-verde-burbuja-solucion-climatica-riesgo-ambiental\\_1\\_9892272.html](https://www.eldiario.es/sociedad/hidrogeno-verde-burbuja-solucion-climatica-riesgo-ambiental_1_9892272.html). Consultado el: 26 ago. 2025.

ROMERO LANKAO, Patricia. Cambio ambiental global: ¿Nuevos desafíos a viejos problemas? [Conferencia]. In: **Coloquio Internacional Imperio y Resistencias. Xochimilco, 4-7 octubre**. México: UAM, 2005. p. 118. Disponible en: [http://biblioteca.clacso.edu.ar/ar/libros/mexico/xochimil/coloquio/Docs/Mesa2/Patricia Romero Lankao2.pdf](http://biblioteca.clacso.edu.ar/ar/libros/mexico/xochimil/coloquio/Docs/Mesa2/Patricia%20Romero%20Lankao2.pdf). Consultado el: 26 ago. 2025.

SADIK-ZADA, Elkhan. Political economy of green hydrogen rollout: A global perspective. **Sustainability**, v. 13, n. 23, art. 13464, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/su132313464>. Consultado el: 26 ago. 2025.

SERRA ALFARO, José; PÉREZ COLL, Domingo. **Clean safe and efficient energy**. Madrid: CSIC. White Papers, 2021. v. 8. Disponible en: [http://libros.csic.es/product\\_info.php?products\\_id=1484&PHPSESSID=3b27d1f9ca2e6bd024fa8fb1d99d2704&language=es](http://libros.csic.es/product_info.php?products_id=1484&PHPSESSID=3b27d1f9ca2e6bd024fa8fb1d99d2704&language=es). Consultado el: 26 ago. 2025.

SHI, Xunpeng; LIAO, Xun; LI, Yanfei. Quantification of fresh water consumption and scarcity footprints of hydrogen from water electrolysis: A methodology framework. **Renewable Energy**, v. 154, p. 786-796, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.03.026>. Consultado el: 26 ago. 2025.

SUNKEL, Oswaldo. Del desarrollo hacia adentro al desarrollo desde dentro. **Revista Mexicana de Sociología**, v. 53, n. 1, p. 3-42, 1991. Disponible en: <https://doi.org/10.2307/3540827>. Consultado el: 26 ago. 2025.

SUŠA, Oleg. Global dynamics of socio-environmental crisis: dangers on the way to a sustainable future. **Civitas**, v. 19, n. 2, p. 315-336, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.15448/1984-7289.2019.2.31969>. Consultado el: 26 ago. 2025.

SVAMPA, Maristella. Consenso de los commodities y megaminería. **Revista América Latina en Movimiento**, v. 473, p. 5-8, 2012. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11336/83112>. Consultado el: 26 ago. 2025.

TEIXEIRA, Pedro. Hidrogenio verde no Brasil tem futuro, mas precisará vencer desafios (10 jun. 2022). **CanalEnergia**. 2022. Disponible en: <https://www.canalenergia.com.br/noticias/53214838/hidrogenio-verde-no-brasil-tem-futuro-mas-precisara-ven>



cer-desafios. Consultado el: 26 ago. 2025.

TERRADAS-COBAS, Liliana; CÉSPEDES-PAYRET, Carlos; DE LUIS CALABUIG, Estanislao. Expansion of GM crops, antagonisms between MERCOSUR and the EU. The role of R&D and intellectual property rights' policy. **Environmental Development**, v. 19, p. 49-58, 2016. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2016.06.003>. Consultado el: 26 ago. 2025.

TERRADAS-COBAS, Liliana; GUTIÉRREZ, Ofelia; CÉSPEDES-PAYRET, Carlos. China en América del Sur: patentes, herbicidas y cultivos genéticamente modificados. **Estudios de Asia y África**, v. 56, n. 2, p. 347-372, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.24201/eea.v56i2.2627>. Consultado el: 26 ago. 2025.

TERRADAS-COBAS, Liliana; GUTIÉRREZ, Ofelia; PANARIO, Daniel. Extractivismo, capitalismo cognitivo y metabolismo social. In: VASQUEZ BACA, Urphy; ISLAS VARGAS, Maritza; DE LISIO, Antonio (eds.). **Metabolismo Social, Justicia Ambiental. Número #2 Exploraciones críticas e imaginarios alternativos**. Buenos Aires: CLACSO, 2023. p. 9-14. Disponible en: <https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/bitstream/CLACSO/248732/1/Metabolismo-social-N2.pdf>. Consultado el: 26 ago. 2025.

TERRADAS-COBAS, Liliana; GUTIÉRREZ, Ofelia; PANARIO, Daniel. Hidrógeno verde ¿Avance o retroceso del extractivismo en América del Sur? In: VASQUEZ BACA, Urphy; ISLAS VARGAS, Maritza; DE LISIO, Antonio (eds.). **Metabolismo Social, Justicia Ambiental: Número #3 Exploraciones críticas e imaginarios alternativos**. Buenos Aires: CLACSO, 2024. v. 3, p. 46-53. Disponible en: <https://biblioteca-repositorio.clacso.edu.ar/bitstream/CLACSO/250961/1/Metabolismo-social-N3.pdf>. Consultado el: 26 ago. 2025.

TONELLI, Davide; ROSA, Lorenzo; GABRIELLI, Paolo; CALDEIRA, Ken; PARENTE, Alessandro; CONTINO, Francesco. Global land and water limits to electrolytic hydrogen production using wind and solar resources. **Nature Communications**, v. 14, n. 5532, p. 1-14, 2023. Disponible en: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2724691/v1>. Consultado el: 26 ago. 2025.

TRISTANT, Pedro. [Dudas por la ubicación de una planta de hidrógeno verde en Paysandú: marchas y planteos del lado argentino](https://www.infobae.com/america/america-latina/2025/03/28/dudas-por-la-ubicacion-de-una-planta-de-hidrogeno-verde-en-paysandu-marchas-y-planteos-del-lado-argentino/) (28 mar. 2025). **Infobae**, 2025. Disponible en: <https://www.infobae.com/america/america-latina/2025/03/28/dudas-por-la-ubicacion-de-una-planta-de-hidrogeno-verde-en-paysandu-marchas-y-planteos-del-lado-argentino/>. Consultado el: 26 ago. 2025.

TOURAINÉ, Alain. **La Sociedad Post-Industrial**. Barcelona: Editorial Ariel S.A., 1969.

ULLOA, Astrid. Dinámicas ambientales y extractivas en el siglo XXI: ¿es la época del Antropoceno o del Capitaloceno en Latinoamérica? **Desacatos**, v. 54, p. 58-73, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.29340/54.1740>. Consultado el: 26 ago. 2025.

UNIÓN EUROPEA. **Empresa común para un hidrógeno limpio**. Empresa Común



de la Unión Europea. 2021. Disponible en: [https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/clean-hydrogen-joint-undertaking\\_es](https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/clean-hydrogen-joint-undertaking_es). Consultado el: 26 ago. 2025.

VAN DE GRAAF, Thijs; OVERLAND, Indra; SCHOLTEN, Daniel; WESTPHAL, Kirsten. The new oil? The geopolitics and international governance of hydrogen. **Energy Research and Social Science**, v. 70, art. 101667, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101667>. Consultado el: 26 ago. 2025.

VAN RENSSSEN, Sonja. The hydrogen solution? **Nature Climate Change**, v. 10, n. 9, p. 799-801, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0891-0>. Consultado el: 26 ago. 2025.

WORLD ECONOMIC FORUM. **Green Hydrogen in China: A Roadmap for Progress**. White Paper June 2023. Ginebra. 2023. Disponible en: [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Green\\_Hydrogen\\_in\\_China\\_A\\_Roadmap\\_for\\_Progress\\_2023.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Green_Hydrogen_in_China_A_Roadmap_for_Progress_2023.pdf). Consultado el: 26 ago. 2025.

ZUKERFELD, Mariano. The tale of the snake and the elephant: Intellectual property expansion under informational capitalism. **Information Society**, v. 33, n. 5, p. 243-260, 2017. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/01972243.2017.1354107>. Consultado el: 26 ago. 2025.

