

# HIDRÓGENO VERDE PARA NUESTRA TRANSICIÓN

por **Leonardo Salgado**

**A mediados de mayo de este año se realizó en el Hotel Llao Llao en Bariloche, el Foro Global de Hidrógeno Verde organizado por el Gobierno de Río Negro, la entidad suiza GH2, y el Consejo Federal de Inversiones. ¿Qué es el hidrógeno verde? ¿Para qué se usa? ¿Cómo se produce? ¿Cuáles son sus beneficios, sus costos y sus riesgos? ¿Es el combustible del futuro? Para contestar a estas y otras preguntas que tenemos que hacernos, Desde la Patagonia invitó al Dr. Leonardo Salgado, investigador de CONICET y de la Universidad Nacional de Río Negro, y miembro de las Asambleas del Curru Leufu y la Asamblea Socio Ambiental de Cipolletti.**

Lenta pero inexorablemente, el mundo se va quedando sin combustibles fósiles. Petróleo, carbón y gas natural, empiezan a dar señales de agotamiento, justo cuando comienzan a sentirse las primeras señales del colapso climático, cuya causa principal radica, justamente, en el uso de combustibles fósiles.

Podría ser una buena noticia (los combustibles fósiles son malos y se están acabando) pero no lo es tanto, porque si quisiéramos modificar de raíz nuestra matriz energética e ir hacia una 100% renovable, deberíamos contar con combustibles fósiles suficientes. Sin fósiles, no podremos reemplazar a los fósiles: nunca se ha construido un parque eólico utilizando solo energía eólica (y probablemente jamás podamos hacerlo).

Pasando esto último por alto, los poderes corporativos (empresas y consultoras multinacionales), en alianza con organismos supranacionales y los gobiernos del Norte Global (aquellos del llamado Primer Mundo), promueven, en respuesta a esta doble emergencia, energética y climática, electrificar todo lo electrificable de aquí al 2050 empleando fuentes de energía renova-

ble (un modelo también conocido como R.E.I.: renovable, eléctrico, industrial). Una meta que, de ser alcanzable, podría resultar infructuosa: actualmente, apenas un 20% del total de la energía mundial se consume en forma de electricidad (un 15% en Argentina), y no parece realista pensar que es posible electrificar el restante 80%. En efecto, ciertas industrias termointensivas como la siderúrgica y la cementera, y ciertas actividades como el transporte de carga pesada terrestre o en buques, o el transporte en aviones, son de difícil o imposible electrificación. Y es aquí donde el hidrógeno y sus derivados salen a la cancha.

El hidrógeno ya se usa, casi exclusivamente como insumo industrial. Anualmente, se producen en todo el mundo unas 90 millones de toneladas que se usan para la refinación del petróleo, la producción de fertilizantes nitrogenados, la obtención de acero, y otros usos. Incluso en Argentina se produce y usa mucho hidrógeno: unas 400.000 toneladas anuales. De lo que hoy se habla es de potenciar su uso como combustible (de ahí que se lo mencione como el combustible del futuro), aprovechando su condición de vector energético.

Al hidrógeno hay que producirlo, obtenerlo de otras moléculas, ya que prácticamente no existe en estado libre en nuestro planeta. Si se lo obtiene mediante electrólisis, es decir rompiendo o "craqueando" la molécula de agua con electricidad, y si esa electricidad es generada a partir de fuentes renovables, como la solar o eólica, se habla de «hidrógeno verde» (producido en forma verde, sería más correcto). Pero no es la única forma de obtenerlo; de hecho, el 90% del hidrógeno que actualmente se produce a nivel mundial (aquellas 90 millones de toneladas anuales) se obtiene a partir de combustibles fósiles, principalmente del metano o gas natural, mediante un procedimiento conocido como «reformado con vapor» (este es el llamado «hidrógeno gris»).

Los países del Norte Global están preocupados. Saben que en las próximas décadas necesitarán muchísima electricidad renovable para consumir como tal (recordemos aquello de electrificar todo lo electrificable) y -salvo excepciones- no cuentan con superficie "extra" para que los parques renovables generen electricidad y así producir el hidrógeno que necesitarán para lo que es difícil o imposible de electrificar. (Una alternativa se-

## Leonardo Salgado<sup>1</sup>

Doctor en Ciencias Naturales  
lsalgado@unrn.edu.ar

# DESDE LA PATAGONIA

## El uso del hidrógeno en la calefacción ayuda al objetivo de decarbonización.

rían los parques eólicos *offshore*, pero no siempre los países reúnen las condiciones requeridas para ello.)

Por esa razón, han vuelto la mirada hacia aquí, hacia los países del Sur Global, donde, dicen (lo que desde aquí se suele repetir), hay baja densidad poblacional (ecos del Mito del Desierto), buenos vientos, buena radiación solar, y sobre todo, agua dulce abundante (ecos del Mito de la Abundancia), y también, aunque esto no siempre lo dicen (ni aquí repetimos), pocas industrias, de modo que no habría necesidad de ocupar superficie con molinos o paneles fotovoltaicos para la producción de hidrógeno para consumo propio.

De esta manera, en los últimos años -con gran fuerza desde 2021-, muchas empresas multinacionales, animadas por los enormes aportes de dineros públicos que los organismos nacionales y supranacionales del Norte Global destinaron a la recuperación económica post pandemia, han venido realizando convenios en dos sentidos distintos: por un lado, con empresas potencialmente grandes consumidoras y con distribuidoras del Norte Global, para la venta y distribución de hidrógeno verde; por otro lado, con gobiernos de los países del Sur Global, para la producción de ese vector energético. Nuestro país ya ha firmado un convenio (obviamente del segundo tipo) con la empresa *Fortescue Future Industries*, y la empresa *MMEX Resources Corporation* ha anunciado una millonaria «inversión» en la provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur (TFAIAS) con ese objetivo.

En efecto, la mayoría de los proyectos de hidrógeno verde anunciados en nuestro país posee una orientación exportadora (el caso de *Fortescue Future Industries* es clarísimo en este aspecto). Unos pocos contemplan una fase inicial orientada al consumo local. Por caso, IEASA (Integración Energética Argentina SA, la ex ENARSA), empresa energética estatal que forma parte del consorcio H2Ar (un club de empresas con intereses comunes nucleadas por Y-TEC, la empresa energética de investigación y desarrollo conformada por YPF y el CONICET), anunció en octubre de 2021 un acuerdo con el Instituto Fraunhofer de Alemania para el desarrollo del primer proyecto a gran escala de producción de hidrógeno verde en el país, en Puerto Rosales (Bahía Blanca), donde IEASA dispone de 200 hectáreas, el cual requerirá electrolizar agua de mar previamente desalinizada.



Imagen: gentileza del autor.

El proyecto bonaerense del Fraunhofer apunta, en una primera etapa, a reemplazar por verde el hidrógeno gris que actualmente se consume en el Polo Petroquímico de Ingeniero White (sobre todo para la refinación de petróleo crudo y la producción de fertilizantes) y una fase exportadora que podría comenzar en 2030. Ese mismo modelo de negocios había sido propuesto por el Instituto Fraunhofer al gobierno de Río Negro también en 2021, hasta que llegaron los australianos de la *Fortescue Future Industries* con un proyecto distinto: exportar todo de entrada.

Casi sin excepción, nuestra clase dirigente celebra la oportunidad de vender este nuevo *commodity* a los países del Norte Global (ecos del Mito de El Dorado). En realidad, son los propios norteros globales los que, a través de multinacionales financiadas por ellos mismos, procurarán producir aquí el hidrógeno que consumirán allá. Mirándolo así, las anunciadas «inversiones» (por ejemplo, los 8.400 millones de dólares del Proyecto Pampas de *Fortescue Future Industries*, o los 500 millones de dólares de *MMEX Resources Corporation* en TFAIAS) son un costo (lo que esas multinacionales estiman que les costará producir acá su hidrógeno), costo que, previsiblemente, las multinacionales procurarán reducir ni bien se les presente la oportunidad, en aras de no perder competitividad en los mercados mundiales (al fin y al cabo se trata de un negocio, y las multinacionales se deben a sus accionistas).

¿A cambio de qué? Volveré este asunto más adelante.

### Técnica y ambientalmente complejo

No hay duda de que el mundo demandará más hidrógeno que el que actualmente consume, pero no sabemos bien cuánto ni para qué se lo usará. Lo que sí sabemos es que ese hidrógeno deberá ser verde, es decir, producido a partir de fuentes renovables (el hidrógeno gris debería ser abandonado cuanto antes, junto con los combustibles fósiles.)

El hidrógeno, gris, verde, o de cualquier otro color [para una descripción de los distintos tipos de hidrógeno según su modo de obtención ver el trabajo de 2022

## DESDE LA PATAGONIA



Imagen: gentileza del autor.

### Parques eólicos de las provincias de Neuquén y Chubut.

(p. 17, Tabla 2) de Aldana Rivera y León Peñuela que se recomienda al final de esta nota en la sección Para ampliar este tema], presenta un montón de aspectos técnicos complejos con implicancias ambientales.

El primero que mencionaré es propio del hidrógeno verde (también en parte del rosa, aquel obtenido por electrólisis, pero empleando energía nuclear), y tiene que ver con la generación eléctrica: hace falta muchísima electricidad para producir hidrógeno verde, electricidad que, como comenté, debe ser renovable. En 2021 se consumieron en Argentina unos 133 Teravatios hora (TWh) de electricidad, y para producir de manera verde las 400.000 toneladas que actualmente produce nuestro país, se necesitarían 20 TWh<sup>1</sup>. Y para las 1.360.000 toneladas de hidrógeno verde que la empresa *Fortescue Future Industries* proyecta producir para 2038 en Río Negro, poco más de 45 TWh, casi un tercio del total de lo consumido en Argentina aquel año. Eso es un montón de electricidad renovable: pensemos que Argentina posee una potencia instalada en renovables (sin contar las grandes hidroeléctricas) de más de 5.000 Megavatios, lo que equivale a 0,005 TW. No hay que olvidar que la implantación de sistemas de captación de energía renovable requiere de grandes superficies de territorio (por ejemplo, en Río Negro, el Parque Eólico Pomona de la firma *Genneia* ocupa unas 4.500 ha con 29 molinos, y el proyecto del Parque Eólico Cerro Policía, contempla la ocupación de 5.000 ha para 91 molinos), lo que ocasiona el desplazamiento compulsivo de comunidades rurales e indígenas, la fragmentación del hábitat, la aniquilación de la fauna voladora, y un largo etcétera de impactos para todos los gustos.

Un segundo aspecto se vincula con su almacenamiento y transporte. El hidrógeno es un gas muy liviano, el más liviano de todos, y para transportarlo en for-

ma gaseosa hay que comprimirlo mucho (entre 300 y 700 bar) y en forma líquida hay que enfriarlo mucho ( $-253^{\circ}\text{C}$ ), todo lo cual requiere de mucha electricidad (que, nuevamente, debe ser renovable). Actualmente se lo produce allí donde se lo consume, pero producirlo aquí para mandarlo por barco y consumirlo a 7.000 km de distancia suena a cosa descabellada. Por eso se piensa en transportarlo en forma de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), pero claro, para ello ese amoníaco debería sintetizarse a partir de hidrógeno verde, lo que supone un gran consumo de electricidad que se suma al anterior. Y además, el amoníaco huele mal, es tóxico, corrosivo e irritante a la piel, ojos y pulmones, incluso en bajas concentraciones, cosa de la que también poco se habla.

Al de la generación eléctrica y el almacenamiento y transporte se suma el tema del agua. Como comenté, para producir hidrógeno verde hace falta agua dulce (no menos de 10 litros de agua dulce por kilo de hidrógeno, aunque los valores varían mucho en función de las condiciones). Por lo tanto, la producción de hidrógeno verde debería pensarse muy bien, priorizando siempre la disponibilidad del recurso para consumo domiciliario y la producción de alimentos sanos, máxime en medio de una crisis hídrica como la que enfrentamos. Obviamente pensando en esta generación y en las siguientes, ya que la crisis hídrica se profundizará, al menos en Norpatagonia.

En nuestro país, los proyectos anunciados para las provincias de Río Negro y TFAIAS proponen una solución a este problema, la misma que propone el Instituto Fraunhofer para el sur de la provincia de Buenos Aires: la desalinización del agua del mar (lo que supone más electricidad renovable, es decir, más superficie a ocupar por parques renovables). Sin embargo, esta solución acarrea otros problemas, siendo el más notorio de ellos el destino final de la salmuera que se genera durante el proceso (en promedio, un litro y medio de salmuera por cada litro de agua dulce obtenida). En Río Negro, la producción anual de las 1.360.000 toneladas de hi-

<sup>1</sup>El Teravatio (TW) es una unidad de potencia y el Teravatio hora (TWh) es una unidad de energía. El prefijo "tera" equivale a 10 elevado a la potencia 12, o sea, un uno seguido de 12 ceros (equivale a 1000 gigas).

## DESDE LA PATAGONIA

drógeno verde que *Fortescue Future Industries* proyecta para 2038 generará volúmenes enormes de salmuera, la cual sin duda pretenderá verterse en el Golfo San Matías, un golfo cuya particular dinámica de circulación de sus aguas hará que ese vertido (que será constante mientras dure el proyecto, es decir ¡entre 50 y 75 años!) afecte irreversiblemente los ecosistemas marino-costeros que dan fama a la zona. Para peor, el complejo industrial que la multinacional australiana levantará en Playas Doradas (Sierra Grande), en una superficie no menor a las 500 ha, se localizará entre dos áreas naturales protegidas, el Parque Nacional Islote Lobos, al norte, y el Área Natural Protegida Provincial Puerto Lobos, al sur, a muy pocos kilómetros de cada una de ellas. Áreas protegidas que, de concretarse el proyecto, quedarán muy desprotegidas, por cuanto dicho complejo industrial incluirá una planta para la electrólisis, otra para la síntesis de amoniaco, otra para la desalinización, tanques enormes para el almacenamiento de hidrógeno y amoniaco, y un puerto de aguas profundas para buques de gran porte, todo lo cual pondrá en serio peligro el cumplimiento de los objetivos de conservación de ambas. Como también lo hará la instalación de un puerto petrolero exactamente en ese mismo punto, desde septiembre de 2022, que fue posible gracias a la modificación de la Ley provincial N° 3.308 que protegía al golfo San Matías de la industria petrolera.

### ¿A cambio de qué?

Puede sonar a mercantilismo plantearlo en estos términos, pero, ¿qué obtienen el país y las provincias con los proyectos anunciados? Definitivamente nada que aporte a los compromisos climáticos asumidos por nuestro país o (en el caso del proyecto de *Fortescue Future Industries*) por la provincia de Río Negro. En efecto, tanto en la segunda Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC por sus siglas en inglés) actualizada por el gobierno nacional en octubre de 2021, como en el Plan Provincial de Respuesta al Cambio Climático 2022-2030 presentado por el gobierno de Río Negro en febrero de 2023, el hidrógeno ocupa un lugar muy marginal.

Tampoco es claro que signifique un aporte en términos de puestos de trabajo, al menos que beneficien a la población de las provincias involucradas (sobre todo a la parte de la población que se halla actualmente desocupada o subocupada). En todo caso, más que el dato suelto de los puestos de trabajo, debería tomarse en cuenta el impacto que estos proyectos causarán en las economías locales, considerando, por supuesto, las expectativas e intereses de las comunidades, respetando

sus actividades tradicionales e idiosincrasia.

¿El ingreso de divisas? Este argumento no se sostiene, desde el momento que el proyecto de ley presentado al Congreso por el Poder Ejecutivo los últimos días de mayo de 2023 garantiza a las empresas que lleven adelante los proyectos el 50% de disponibilidad de divisas, aunque estas ya presionan exigiendo la disponibilidad del 100% de los dólares, necesarios, dicen, para cubrir sus importaciones y el pago de sus deudas. Independientemente de lo anterior, es claro que no debería ponerse la obtención de divisas como objetivo principal de nada: las actividades económicas deben ser social y ambientalmente sostenibles, y si generan divisas, mejor.

¿Qué hay del aporte tecnológico nacional? El proyecto de ley presentado por el Ejecutivo establece la exigencia de un creciente aporte nacional en los equipos. Las plantas de producción de hidrógeno verde, incluyendo equipos electrolizadores y sus parques de generación de energía eléctrica de fuente renovable vinculados, de entrada deberán contar, de mínima, con un 35% de contenido nacional, y con un 50% desde el año 11 y hasta el final de la promoción en el año 30. Obviamente, las empresas preferirán opciones tecnológicas propias. Por caso, *Fortescue Future Industries*, quien ya puso el grito en el cielo por esta razón, está construyendo su propia fábrica de electrolizadores en Gladstone (Queensland, Australia) y es lógico que quieran instalar sus propios electrolizadores en nuestra provincia (y en todos lados). Lo mismo podría suceder con los aerogeneradores.

### Hidrógeno para nuestra transición

Sin duda el hidrógeno es una muy buena noticia. Tranquiliza saber que, sin combustibles fósiles, podremos contar con esa molécula para el funcionamiento de nuestras sociedades. Pero claro, nuestras sociedades deberán funcionar de una manera muy distinta a la actual, porque las energías renovables solas (incluyendo al hidrógeno y sus derivados) no podrán sostener todo lo que, para bien o para mal, hemos hecho con combustibles fósiles, sobre todo desde la posguerra a esta parte.

Argentina podría producir su propio hidrógeno. Contamos con personas altamente calificadas en estudios sobre hidrógeno. Fuimos pioneros continentales en el tema. Podríamos eventualmente exportar el excedente, si lo hubiere, a países de la región, en el marco de acuerdos de integración. Claro, los países de la región tienen sus propios proyectos de hidrógeno, pero ello no implica que debamos vernos como competidores y desistir de establecer acuerdos de este tipo que incluyan al hidrógeno y sus derivados.



## DESDE LA PATAGONIA

Tampoco *a priori* se podría cerrar la puerta a la producción de combustibles sintéticos y su eventual exportación. De lo que debemos cuidarnos es de convertirnos en colonia energética del Norte Global: nada bueno puede resultar de ello.

«Aquí no hay mercado interno» reza el discurso justificador de la condición exportadora de los megaproyectos de hidrógeno anunciados en nuestro país. Como vimos, eso no es cierto: producimos y consumimos 400.000 toneladas anuales de hidrógeno del tipo gris. ¿Por qué, entonces, no comenzar produciendo de forma verde ese hidrógeno? Si bien la producción de hidrógeno verde para la industria fósil podría interpretarse como una estrategia de «lavado verde» o *greenwashing*, al menos contribuiría a la descarbonización de ese sector: sería un paso (apenas un pasito, tímido e insuficiente) en la dirección correcta.

Seguramente aquí nos encontraremos con otro obstáculo, y es el que pondrán seguramente las petroleras que ya producen y usan ese hidrógeno. Se entiende: el «enverdecimiento» de todo ese hidrógeno les supondría montar una infraestructura extra (parques eólicos, electrolizadores, acueductos) o directamente renunciar a producir su propio hidrógeno. Probablemente, lo que terminarán haciendo las petroleras será adoptar algún método de captura, uso y almacenamiento de CO<sub>2</sub> (CCUS por sus siglas en inglés) (lo que también requiere de infraestructura si vamos al caso), y continuar produciendo hidrógeno a base de gas natural: el llamado «hidrógeno azul», un tipo de hidrógeno que pretende mostrarse, no limpio 100% pero «bajo en emisiones» (si bien es poco probable que puedan alcanzarse tasas de captura de CO<sub>2</sub> significativas). De hecho, el proyecto de ley que el Ejecutivo presentó al Congreso no promueve solo el hidrógeno verde, sino también el azul (gas) y el rosa (nuclear), aunque se otorgan al primero, el único renovable de los tres, algunos beneficios especiales.

### Para terminar

La transición no deberá ser solo energética, sino ecosocial. La transición energética no deberá ser solo un cambio de matriz, sino del sistema en su totalidad, como no se cansan de insistir Pablo Bertinat y Jorge Chemes, del Observatorio de Energía y Sustentabilidad de la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Rosario, y del Centro de Estudios en Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo (CITECDE) de la Universidad Nacional de Río Negro, respectivamente.

La transición energética debería tender a transformar todo el sistema energético nacional, así como en su momento el dominio de la electricidad transformó todo el sistema de producción, transporte y utilización de la

energía. De nada sirve producir grandes cantidades de hidrógeno si solo se lo destina a exportación, en lugar de intentar reconvertir el sistema energético argentino, sobre todo en lo que respecta al transporte vehicular de carga y de pasajeros. Además, la instalación de pequeños sistemas autónomos de generación de energía, almacenamiento con hidrógeno y reconversión a electricidad mediante celdas de combustible (dentro de las cuales se produce la reacción inversa a la electrólisis: se oxida el hidrógeno y se obtiene electricidad), podría cambiar la calidad de vida en localidades a las que no llega el sistema eléctrico interconectado.

El aporte de la ciencia y la tecnología en estas transiciones será fundamental: sin ciencia y tecnología, no será posible realizar las transiciones que nos proponemos. Sin ciencias en plural, incluyendo sobre todo a las ciencias sociales (y no hablo solo de la Economía). Nuestro país cuenta con numerosos grupos de investigación en ciencias sociales que abordan los impactos negativos que causan estos emprendimientos neoextractivistas en nuestros cuerpos y territorios: esas voces deberían ser escuchadas.

Y sobre todo debería escucharse a las comunidades. La transición (o transiciones) no es algo que debemos dejar en manos de las ciencias, porque en el fondo -y no tan en el fondo-, el de la transición es un asunto político, que implica a las ciencias, pero profundamente político.

Al final,

«Pensé que de política no iba a hablar pero ahora que recuerdo, política hacemos todos al caminar.»  
(Raly Barrionuevo, Ey Paisano)

### Para ampliar este tema

- Aldana Rivera, S. E. y León Peñuela, F. A. 2022. *Hidrógeno en Colombia: si se hace mal, podría ser peor. Reflexiones sobre su apuesta*. Fundación Heinrich Böll, Oficina Bogotá-Colombia, 124 pp.
- Bertinat, P. y Chemes, J. 2021. Las transiciones energéticas ¿corporativas o populares? El Cohete a la Luna. 18 de julio de 2021, [Disponible en Internet].
- Chemes, J. y Proaño, M. 2021. Hidrógeno verde: ¿Transición energética o mayor dependencia? Agencia Tierra Viva y revista Crítica. Blog Agencia Tierra Viva, [Disponible en Internet].
- Salgado, L. y Scandizzo, H. 2021. ¿Humo verde? La promoción del hidrógeno como vector energético. Blog del Observatorio Petrolero Sur. Noviembre de 2021, [Disponible en Internet].
- Scandizzo, H. y Salgado, L. 2022. El hidrógeno en la senda del neocolonialismo verde. Blog ContrahegemoníaWeb. Octubre de 2022, [Disponible en Internet].