



AMÉRIKA LATINA Y KARIBE

DEBATE E IDEAS

GEOPOLÍTICA ENERGÉTICA Y CRISIS MUNDIAL

La coexistencia de las energías en el futuro. Análisis sobre la pluralidad de las fuentes de energía

Luis E. Prieto P.

Venezuela y sus desafíos energéticos en el continente y los BRICS

Willian Rodríguez Gamboa

El amoníaco como almacenaje químico de hidrógeno

Olga P. Márquez

Producción de hidrógeno vía electrónica

Jairo Márquez P.

La trampa de la transición energética

Pedro Grima Gallardo



©América Latina y Karibe. Debate e ideas
Número 12, septiembre-octubre, año 2023

Comité Editorial

Nelson Rodríguez A.
Francisco Rodríguez L.
Franklin González
Omar Galíndez (†)

Dirección de Edición

Dannybal Reyes Umbría

Coordinación de Edición

Juaníbal Reyes Umbría

Diseño y Diagramación

Juaníbal Reyes Umbría
Inocencio Pereira

Corrección

Raúl Gómez

Agradecimientos especiales

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todos los autores, revisores y colaboradores que han hecho posible la publicación de este número. Su dedicación y experiencia han sido fundamentales para mantener los altos estándares de calidad de nuestra revista.

Contacto

Si tienes alguna pregunta o consulta relacionada con la revista, no dudes en ponerte en contacto con nosotros:

Dirección: Av. Garcilazo, Colinas de Bello Monte
Caracas.

País: Venezuela

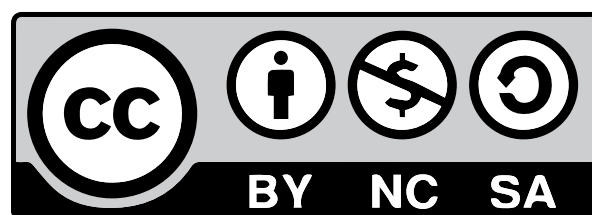
Teléfono: +58-4124284803

Correo electrónico: amerikalatinayelkaribe@gmail.com

Sitio web: www.amerikalatinayelkaribe.com

Depósito Legal: DC2023000887

ISSN: 9771234567898



Se permite la reproducción de los artículos siempre y cuando se cite la fuente. Esta obra está bajo una Licencia **Atribución-No Comercial-Compartir Igual Venezuela** (CC BY-NC-SA 3.0 VE). Usted es libre de copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato; también adaptar, transformar y construir a partir del material citando la fuente; todo ello bajo los siguientes términos: **Atribución** –Debe dar crédito de manera adecuada, brindar un enlace a la licencia e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante. **No Comercial** –No puede hacer uso del material con propósitos comerciales. **Compartir Igual** –Si remezcla, transforma o crea, a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la misma licencia del original. **No hay restricciones adicionales** –No puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia.

Portada: Escuela Politécnica Nacional
(flickr.com)

SOMOS

Amérika Latina y Karibe reúne a intelectuales, periodistas y profesionales de distintas disciplinas humanistas, que fungen como docentes e investigadores de prestigiosas instituciones de tercer y cuarto nivel de enseñanza en Venezuela, así como a catedráticos de importantes institutos de investigación universitaria del continente, dedicados al análisis científico de temas relacionados con las ciencias sociales, con especial énfasis en la geopolítica, la cultura, la economía, la gerencia pública y la gobernanza moderna.

Nuestra revista constituye un aporte temático de indispensable consulta, tanto para el estudio y profundización del conocimiento en temas de actualidad, como para el apoyo a quienes se dediquen a la educación universitaria. De igual forma, los contenidos de los textos que ofrecemos, son una cátedra abierta al alcance de la comunidad científica y de todo aquel que pretenda profundizar en el estudio de la realidad internacional con una visión crítica y nustramericana.



SUMARIO

Editorial.....	5
Geopolítica de la transición energética en América Latina y el Caribe	
Daniel E. Páez.....	6
La coexistencia de las energías en el futuro. Análisis sobre la pluralidad de las fuentes de energía	
Luis E. Prieto P.....	16
Crecimiento económico y energías fósiles en América Latina. Consecuencias y desafíos para la región	
Juan Carlos Rojas Zerpa.....	20
Calentamiento global versus economía de hidrógeno: Zeus <i>versus</i> Prometeo	
Ricardo M. Hernández Romero.....	24
Venezuela y sus desafíos energéticos en el continente y los BRICS	
Willian Rodríguez Gamboa.....	30
El amoníaco como almacenaje químico de hidrógeno	
Olga P. Márquez.....	34
Producción de hidrógeno vía electrónica	
Jairo Márquez P.....	40
La trampa de la transición energética	
Pedro Grima Gallardo.....	45

EDITORIAL

GEOPOLÍTICA ENERGÉTICA Y CRISIS MUNDIAL



La energía como recurso potencial o puesta en movimiento, adopta variadas formas desarrolladas por el conocimiento científico y las aplicaciones tecnológicas a lo largo de la historia.

La energía como recurso del poder ha transformado y modelado sociedades y civilizaciones. En nuestro tiempo, tener control y posesión de las fuentes en las que se origina la energía, ya sean convencionales como los hidrocarburos y más reciente, las renovables son un factor clave en la geopolítica, moviendo escaladas de agudos conflictos y guerras que tienen como escenario de fondo la lucha por la energía, la crisis del sistema global capitalista sometido a fuerzas transformadoras y de cambio.

Invitamos al lector a reflexionar en este número acerca de este tema, junto a los analistas y expertos que lo abordan desde distintos ángulos y perspectivas, abarcando lo que silencia el debate del cambio climático, las energías alternativas, nuevas formas de economía y otros temas proyectados en el ámbito mundial, pasando por el latinoamericano y caribeño hasta el venezolano y la generación de un conocimiento propio que afirma el camino de la soberanía tecnológica nacional.



GEOPOLÍTICA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

Daniel E. Páez / DOCENTE E INVESTIGADOR DE LA UNIVERSIDAD VENEZOLANA DE LOS HIDROCARBUROS

Introducción

El consumo energético global para el año 2022 fue liderado nuevamente por los combustibles fósiles, con 82 % de preponderancia dentro de la matriz energética, según reporte del Instituto de Energía (figura 1). Este instituto, que sustituye a *bp* en la publicación anual de las estadísticas energéticas mundiales después de 72 años corridos, también indica que el 87 % de las emisiones globales de gases antropogénicos provienen del consumo energético, específicamente de la combustión de combustibles fósiles^[1].

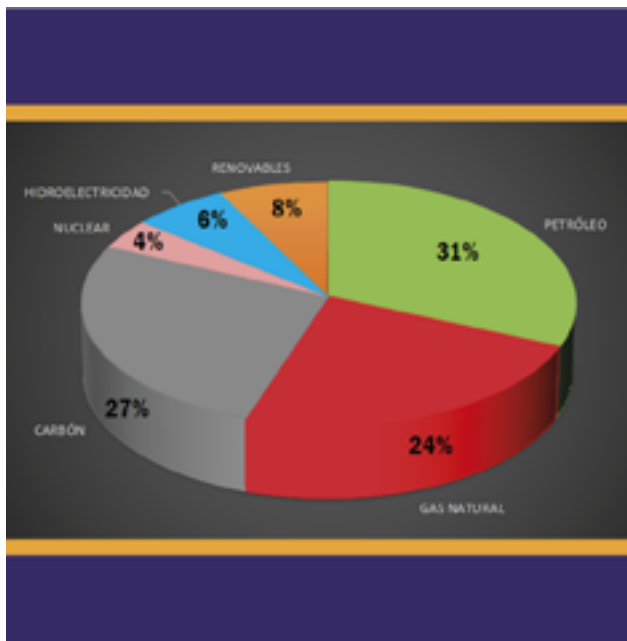


Figura 1. Consumo mundial de energía por fuentes del año 2022, según las estadísticas energéticas mundiales, publicadas por Energy Institute 2023¹.

1 Energy Institute (2023). Statistical Review of World Energy. 72 edition. June 2023.

El impacto de los gases de efecto invernadero empieza a deshilar detalles que deben ser abordados tecnológicamente para evitar una acelerada degradación antropogénica^[2]. La solución puesta sobre la mesa refiere a una transición energética con tecnologías aún en etapas de desarrollo y con comercialización elitista, donde las naciones más desarrolladas llevan ventaja.

A partir del 2030, cuando entra en vigencia el Acuerdo de París, la transición energética inicia un período de vinculación jurídica que afectará geopolíticamente a todas las naciones del Sur. Toda nación que firmó el Acuerdo de París del año 2015 estará obligada a cumplir con sus compromisos de Determinaciones Nacionales^[3], lo cual incluye acelerar la implementación de tecnologías limpias o sustentables a objeto de mantener la temperatura del planeta por debajo de 2 °C al 2100 y evitar una catástrofe climatológica^[4]. Pero *las tecnologías se las vendemos nosotros*, la élite.

Sin duda, se avecina un cambio en el consumo de energía en el planeta, que impactará a todas las naciones y que tiene cuatro factores predominantes con miras a estabilizar el clima de la única nave espacial de la humanidad:

2 Cozzi, L., and Gül, T., (2020). "Net Zero by 2050: A Road Map for the Global Energy Sector". Reporte especial de la Agencia Internacional de Energía. Dirección de Sustentabilidad, Tecnologías y Prospección. Cedex, Francia.

3 Venezuela se comprometió a reducir sus emisiones en un 20 % para 2030.

4 Poque González, Axel B.; De Jesús Silva, B. y Masip Macia, Y. (2021). "Transición energética en América Latina y el Caribe: diálogos inter y transdisciplinarios en tiempos de pandemia por Covid-19". Revista Líder, 29 (23), 33-61. 26 de noviembre 2021. DOI: <https://doi.org/10.32735/S0719-5265202139336>.

1. Acelerar la descarbonización
2. Intensificar la electrificación
3. Rediseñar la movilidad
4. Aumentar la digitalización

El primer factor, comprende la gradual desincorporación de los combustibles fósiles, en especial carbón y petróleo, de la matriz energética global hacia el 2050.

El segundo factor involucra la intensificación comercial de formas de energías sustentables, que no produzcan gases de efecto invernadero, a objeto de disponer de una economía neutral en carbono para mediados del siglo XXI. Este factor prioriza el uso de tecnologías intermitentes como la solar fotovoltaica, la eólica, las hidromotrices, entre otras.

El tercer factor comprende la reordenación de la movilidad, que está orientada en un 90 % al consumo de combustibles provenientes del petróleo, responsable del 20 % de las emisiones globales de gases de efecto invernadero^[5]. El motor de combustión interna, con más de un siglo de dominación tecnológica, será sustituido por vehículos eléctricos con diferentes fuentes de poder, predominando, a corto y mediano plazo, las baterías de larga durabilidad (acumuladores); a largo plazo, las celdas de combustión con hidrógeno como combustible central.

Finalmente, el cuarto factor implica la disrupción tecnológica en telecomunicaciones (G5/G6), informática (computadoras cuánticas) y digitalización (minería de datos, inteligencia artificial ChatGPT, metaverso, Internet de las cosas, cadena de bloques, bancarización digital, entre otras posibilidades)².

La puesta en marcha de la transición energética, en especial el aumento de la comercialización de tecnologías de generación eléctrica distribuidas como solar y eólica, aunado a un plan de masificación de vehículos eléctricos, requiere de un consumo de mine-

rales muy intensivo, lo cual reconfigura la geopolítica energética y ya empieza a crear roces entre bloques de poder. Este artículo se orienta a dar a conocer la nueva geopolítica energética, con su impacto en la gestión minera latinoamericana y caribeña.

Impacto mineralógico para las tecnologías sustentables

El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático trajo a la luz un reporte en 2007, que en definitiva asume la situación de vulnerabilidad del planeta como consecuencia de la “combustión de energías fósiles”. Afirmaban ellos, en su idioma original, lo siguiente: “Un reconocimiento de la data estudiada desde 1970 hasta la actualidad muestra que es probable que el calentamiento antropogénico está teniendo una influencia indescrible en muchos sistemas físicos y biológicos del planeta”.

Con este aval científico, la geopolítica se puso en marcha y en el año 2015 hubo dos eventos para una posible “transición energética”. Estos dos eventos fueron:

1. Reunión del Bloque G7 (Alemania, Canadá, Estados Unidos, Francia, Italia, Japón y Reino Unido) en la ciudad alemana de Schloss Elmau, con el objeto de desarticular a la economía atlantista del carbono^[6].
2. Conferencia de las Partes de las Naciones Unidas sobre el cambio climático en París (COP21) que asume las contribuciones nacionales determinadas por los 193 países asistentes, como jurídicamente vinculantes^[7].

5 World Bank Group (2017). The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future. International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. Washington. DC. USA.

6 Rozenkantz, G., (2015). “Megatrends in the Global Energy Transition”. Licht-Blick/WWF. Alemania.

7 ONU (2022). “Nationally Determined Contributions under the Paris Agreement”. Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement. Cuarta Sección FCCC/PA/CMA/2022/4. Sharm El-Sheikh. 6 al 18 de noviembre, 2022.

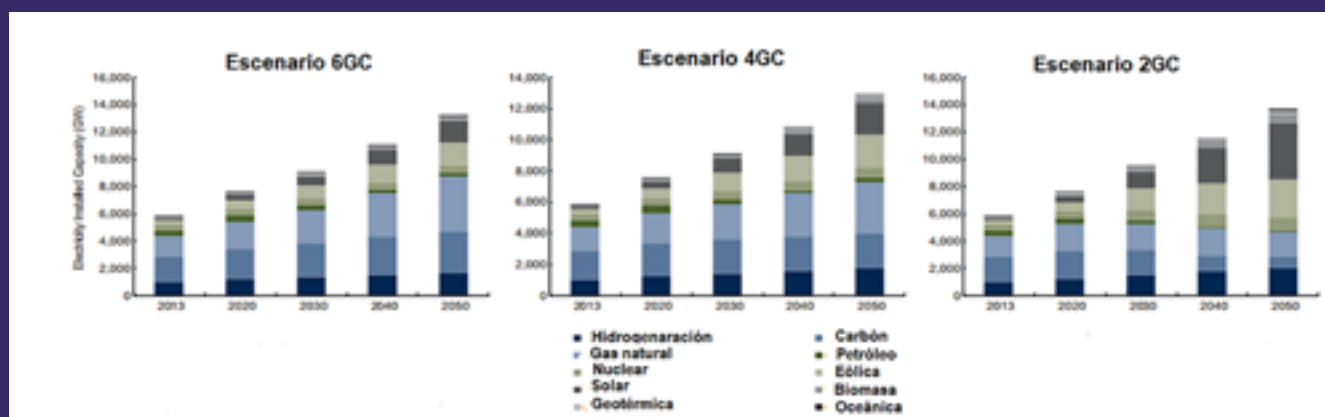


Figura 2. Escenarios de incorporación de tecnologías sustentables para una transición energética baja en carbono al 2050⁵.

La Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés), luego de la aprobación de la Conferencia de las Partes 21 (COP21) realizada en la ciudad de París, entre noviembre y diciembre de 2015, diseñó una serie de escenarios para visualizar la penetración tecnológica de una posible transición energética, desde la perspectiva de desvincular la producción energética de la *matrix* fósil hacia una *matrix* sustentable y diversificada, incluyendo la reordenación de la movilidad con vehículos eléctricos - VE (figura 2).

El escenario 6GC (6 grados centígrados) es un escenario base y comprende una extensión de la actual tendencia. En este escenario, la demanda energética y las emisiones de bióxido de carbono crecen en cerca del 60 % desde 2013 a 2050, con un acumulado de 1.700 gigatoneladas (Gt) de emisiones de CO₂. Sin ningún esfuerzo visible para estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero, la temperatura del planeta alcanzará los 5,5 °C para finales de siglo, con las consecuencias impredecibles de tal cambio climático⁵.

En el escenario 4GC se consideran los esfuerzos recientes de las naciones con respecto a sus declaraciones de contribuciones determinadas en el Acuerdo de París. Esto permitirá mantener la temperatura por debajo de 4 °C. Aun cuando este escenario está lejos de la meta, es mucho más agresivo en la introducción de tecnologías sustentables (solar, eólica, VE y baterías/acumuladores).

El escenario 2GC corresponde al foco principal de las agencias internacionales (ONU, IEA). Este escenario presenta una penetración de tecnologías sustentables para limitar emisiones en más de 50 % con respecto al escenario base. De lograrse implementar este escenario, la neutralidad en emisiones de carbono se alcanzaría luego del año 2050. Estamos muy lejos de implementar un cambio transformacional y tecnológico de tal magnitud.

Usando el modelo propuesto por la IEA, la demanda anual de metales para una tecnología en particular se calcula con base en la tecnología seleccionada, el metal de interés, el escenario en sí, una previsión de demanda mineral (baja, mediana, alta), el tiempo de vida útil de la tecnología, entre otras variables. Para el caso de los acumuladores, cada escenario requiere de un incremento en la capacidad de almacenamiento de energía que va desde 189 gigavatios (GW) para el 6GC, 305 GW (4GC) y 500 GW (2GC). Es decir, la penetración de generación eléctrica con renovables, centrando esfuerzos en solar y eólica, crecería un 14 %, 18 % y 44 %, respectivamente para los tres escenarios, hacia el 2050.

Una demanda del 14 % adicional a la situación actual es importante e implica explorar por más capacidad de producción minera, pero a partir del 2030, cuando se establezca la vinculación jurídica de cada nación al Acuerdo COP21, la demanda mineralógica crecerá con mayor ímpetu y se debe estar preparado para tal escenario (Net Zero Scenario).

La demanda de cada metal en tecnologías renovables y su comparación con la tecnología actual se visualiza en la figura 3^[8].

8 Lebdioui, A., (2022). "Latin American Trade in the Age of Climate Change". Canning House Research Forum. London School of Economics and Political Science. London, UK. Mary 2022.

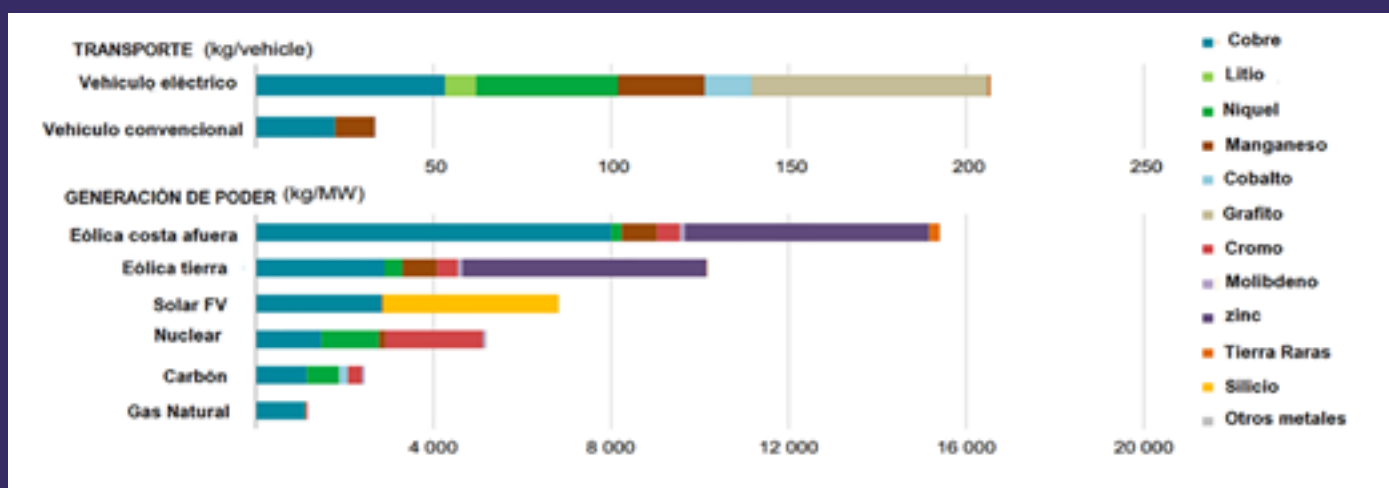


Figura 3. Representación esquemática de los metales críticos para las tecnologías sustentables (Solar FV, Eólica, VE y Baterías), con respecto a tecnologías convencionales⁵.

La tabla 1 muestra un compendio de los minerales (metales) que más se utilizan en la fabricación de las distintas tecnologías sustentables, incluyendo la tecnología de captura, secuestro y reutilización del carbono (CCS), cuyos avances tecnológicos favorecen la continuidad de los combustibles fósiles, que requieren empoderamiento latino.

Tabla 1. Compendio de los distintos minerales/metales requeridos por las diferentes tecnologías sustentables, cuya demanda depende de los escenarios indicados.

	EÓLICA	SOLAR FV	SOLAR CSP	CCS	NUCLEAR	LED TECH	VEHICULOS ELECTRICOS	BATERÍAS	MOTORES ELECTRICOS
ALUMINIO									
CROMO									
COBALTO									
COBRE									
INDIO									
HIERRO									
PLOMO									
LITIO									
MANGANESO									
MOLIBDENO									
NEODIMIO									
NÍQUEL									
PLATA									
ZINC									
TORIO									

La gran mayoría de estos minerales se encuentran distribuidos heterogéneamente en muchas regiones, por lo que la Unión Europea (UE), Estados Unidos (EE. UU.) y Japón han creado una lista de metales críticos, según su escasez en dichas regiones o en naciones “amigas”. Un estudio prospectivo de la Unión Europea considera crítico a los elementos de tierras raras, pero también la lista es extensa y su aplicación tecnológica se muestra en la figura 4.

Los minerales, por lo general, se requieren explorar, extraer y refinar a metales. Estos metales también requieren luego transformarse en distintas piezas de uso tecnológico y después llevarse a una planta de ensamblaje para producir el producto final. Cada explotación minera toma un promedio de 5 a 10 años para lograr llegar al mercado tecnológico, añadiendo presión al impulso de aumento de productos de consumo masivo^[9].

Aun cuando los minerales críticos se encuentran disponibles globalmente, algunos de ellos están altamente concentrados en pocos países. Por ejemplo, el 50 % del suministro de cobalto proviene de la

9 Comisión Europea (2020). “Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in el EU- A Foresight Study”. European Union Central Office, Documento N° 211/833/EU. Luxemburgo. Unión Europea. ISBN 978-92-76-15336-8 doi: 10.2873/58081 ET-04-20-034-EN-N

República Democrática del Congo; un 80 % del suministro global de litio está entre Australia, Chile y Argentina; el 60 % del suministro de manganeso proviene de Sudáfrica, China y Australia, y el 80 % de tierras raras proviene exclusivamente de China.

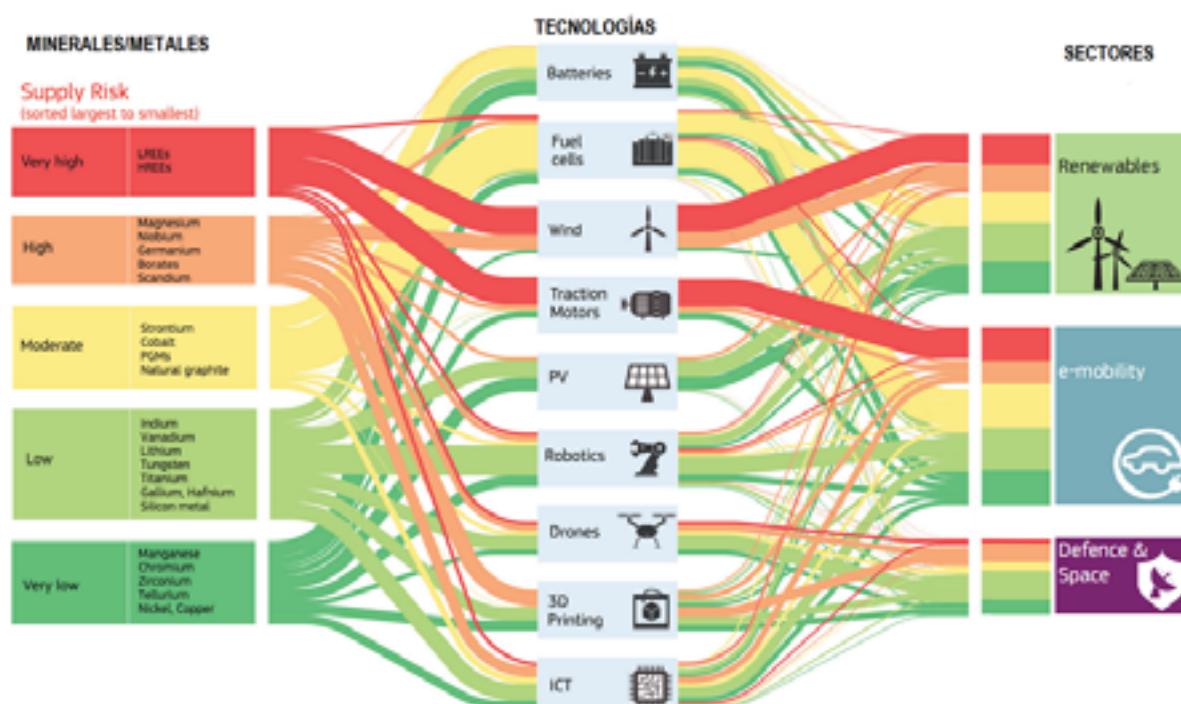


Figura 4. Diagrama de Sankey para los minerales críticos considerados por la Unión Europea a fin de producir masivamente las distintas tecnologías que apuntalan su actual estrategia sustentable (renovables), movilidad eléctrica (e-mobility), defensa y espacio, incluyendo drones y chips.

Los minerales más críticos para la UE son los de tierras raras, cuya producción mundial en un 80 % la controla China, que además suministra el 70 % de los mismos al mercado internacional, incluyendo a EE. UU., Japón y UE. Las tierras raras comprenden 17 tipos de minerales que son claves para la producción tecnológica de celulares inteligentes, vehículos eléctricos, drones y otros componentes militares, además de muchas otras tecnologías. También entran en la lista de criticidad los minerales de suministro alto (magnesio, niobio, germanio, boratos, escandio) y moderado (estroncio, cobalto, grafitos, entre otros)⁹.

Muchos de estos minerales no se encuentran dentro del perímetro de la UE, por lo que la seguridad de suministro impone un nivel de criticidad adicional. La guerra entre la OTAN y Rusia en Ucrania hizo que el país eslavo dejará de enviar estroncio, germanio y aluminio a Europa, incrementando la incertidumbre tecnológica para el cumplimiento de metas en la “Estrategia Verde” europea.

Para EE. UU. existe una lista de 130 minerales críticos, que por lo general importa de otros países; no obstante, para las tecnologías renovables ya mencionadas, la tabla 2 muestra los minerales críticos, porcentaje de dependencia externa y países de donde importa los suministros^[10].

10 USGS (2023). “Mineral Commodity Summary 2023”. US Department of Interior. United States Geological Survey. Washington. DC. USA

Tabla 2. Compendio de los metales críticos para EE. UU., según un documento de su Agencia Geológica.

MINERAL	PORCENTAJE	PAÍSES DE IMPORTACIÓN		
TRRARS	95%	CHINA	MALASIA	ESTONIA
GALIO	100%	CHINA	ALEMANIA	JAPÓN
GIRRAFITO	100%	CHINA	MÉXICO	CANADÁ
INDIO	100%	COREA DE S	CANADÁ	CHINA
TITANIO	95%	JAPÓN	KAZAJISTÁN	UCRANIA
HIERRO	87%	CHINA	ALEMANIA	BRASIL
CROMO	83%	SUDÁFRICA	KAZAJISTÁN	RUSIA
TITANIO	81%	SUDÁFRICA	AUSTRALIA	MADAGASCAR
COBALTO	76%	NORUEGA	CANADÁ	FIANDIA
ZINC	76%	CANADÁ	MÉXICO	PERÚ
PLATA	69%	MÉXICO	CANADÁ	POLONIA
NÍQUEL	56%	CANADÁ	NORUEGA	AUSTRALIA
ALUMINIO	54%	CANADÁ	EAU	RUSIA
SILICIO	45%	RUSIA	BRASIL	CANADÁ

EAU: Emiratos Árabes Unidos
En rojo: países “hostiles”

Para incrementar aún más las condiciones de vulnerabilidad tecnológica que tienen tanto EE. UU. como la UE y Japón, el flujo comercial de minerales que provenía de Rusia fue cortado por las sanciones impuestas a ese país por las mencionadas potencias. Aunado a ello, China anunció la posible prohibición de exportar minerales de tierras raras hacia el bloque G7, creando un nivel de inseguridad tecnológica aún mayor^[11].

China se prepara para asumir el control tecnológico en lo que respecta a tecnologías renovables, y ya controla muchas de la producción tecnológica de paneles solares, turbinas eólicas, baterías de alto poder, vehículos eléctricos, magnetos superconductores, entre otras posibilidades. Ese control tecnológico se ha desarrollado desde la extracción minera hasta el ensamblaje y la comercialización de la tecnología. La figura 5 muestra un diagrama tecnológico comparativo de China y el resto de países en lo que respecta a la industria de producción de baterías de litio.

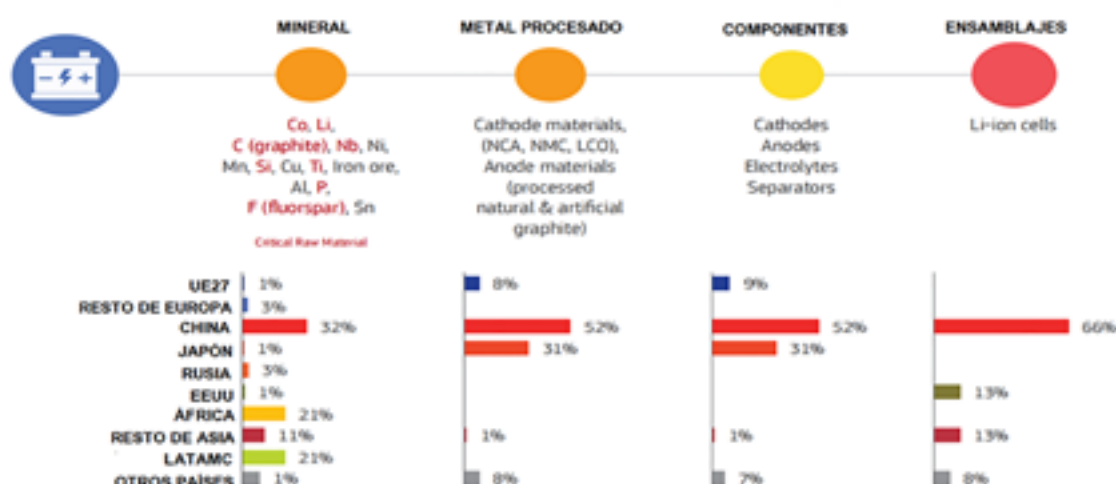


Figura 5. Diagrama comparativo de la cadena de valor de baterías de litio, donde China ha descollado en toda la cadena de suministro.

11 Tabeta, S. (2023). “China weighs export ban for rare-earth magnet tech”. <https://asia.nikkei.com/Spotlight/Supply-Chain/China-weighs-export-ban-for-rare-earth-magnet-tech>.

China no solo explora el mineral; también adquiere otros minerales vía importación y los procesa en su territorio; controla el 32 % de la explotación del mineral; posee un control tecnológico del 52 % con respecto al procesamiento y maleación del metal para sus distintos usos tecnológicos; controla el 52 % del suministro de los componentes acabados para las baterías y prácticamente lidera el ensamblaje de las baterías y su comercialización. China está cambiando la geopolítica tecnológica para la producción masiva de tecnologías verdes y ello tendrá consecuencias. Cabe mencionar que la aceleración en la producción de vehículos eléctricos incrementará la demanda de litio en más de un 450 % hacia el año 2050, abriendo oportunidades para muchas naciones en América Latina^[12].

América Latina y el Caribe como suplidores confiables de minerales críticos

Desde el año 2017 al 2020, la demanda del sector energético renovable fue responsable de la tripliación en demanda de litio (70 %); también hubo un 70 % de incremento en la demanda de cobalto, y un 40 % en la demanda de níquel^[13].

La situación geopolítica con respecto a los minerales críticos para las tecnologías renovables ha planteado que tanto Estados Unidos como la Unión Europea busquen un nuevo plan de relaciones bilaterales con América Latina y el Caribe. La necesidad de encontrar nuevas fuentes mineralógicas cercanas y confiables ha creado una relación bilateral entre la UE-CELAC, mientras que EE. UU. apuesta a otras estrategias, más acordes con su rol de imperio en decadencia. Un grave problema latino concierne a no poseer una política común en relación con la transición energética y en la cooperación para la explotación sustentable de minerales críticos y estratégicos.

La tabla 3 muestra un esquemático de las posibilidades mineras de América latina y el Caribe, según el banco mundial.

Tabla 3. Países de Suramérica, Centroamérica y el Caribe con mayor potencialidad minera para la producción de tecnologías renovables^{5,9}.

PAISES	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6	GRUPO 7	GRUPO 8	GRUPO 9	GRUPO 10	GRUPO 11	GRUPO 12	GRUPO 13	GRUPO 14	GRUPO 15	GRUPO 16	GRUPO 17	GRUPO 18	GRUPO 19	GRUPO 20
PAISES	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5	GRUPO 6	GRUPO 7	GRUPO 8	GRUPO 9	GRUPO 10	GRUPO 11	GRUPO 12	GRUPO 13	GRUPO 14	GRUPO 15	GRUPO 16	GRUPO 17	GRUPO 18	GRUPO 19	GRUPO 20
ARGENTINA																				
BRAZIL																				
BOLIVIA																				
CHILE																				
COLOMBIA																				
ECUADOR																				
PERU																				
VENEZUELA																				
JAMAICA																				
SURINAM																				
GUYANA																				
PARAGUAY																				
GUATEMALA																				

Para resumir cuantías mundiales, se tiene que:

1. El 70 % de las reservas de torio (tierra rara nuclear) se encuentran entre Brasil y Venezuela.
2. El 65 % de las reservas de litio están ubicadas entre Argentina, Bolivia y Chile.
3. El 50 % de las reservas de cobre se ubican entre Chile, Perú y México.
4. El 23 % de las reservas de zinc se ubican en Bolivia, Perú y México.
5. El 21 % de las reservas de plata se encuentran en Perú.

12 Nakano, J., (2021). The Geopolitics of Critical Minerals Supply Chains. Center for Strategic and International Studies. Energy Security and Climate Change Program. Washington, DC. USA.

13 IEA (2023). Critical Minerals Market Review 2023. Agencia Internacional de la Energía. www.oea.org

6. El 12 % de las reservas de bauxita las representan Brasil, Surinam y Venezuela.
7. El 10 % de las reservas de manganeso están entre Brasil y México.
8. El 10 % de las reservas de níquel se hallan entre Cuba, Guatemala, Colombia y Venezuela.
9. Brasil representa la segunda reserva más importante de tierra raras, después de China.

Parece que América Latina y el Caribe poseen una envidiable capacidad de reservas de minerales que pueden ser una bendición o un problema, dependiendo de su unión y de una estrategia de explotación conjunta.

La geopolítica latina de suministro mineralógico

Una tecnología de masificación rápida en los mercados de renovables comprende la producción de baterías de iones de litio; su crecimiento económico viene de ser un mercado de 2.900 millones de dólares en 2020 para pasar a 12.100 millones de dólares proyectados para el 2027, con 90 % de la producción de baterías orientadas al mercado de vehículos eléctricos. El consumo global de litio para baterías, se espera que crezca de 70.000 toneladas métricas (TM) en 2020 a 250.000 TM para el 2030. La escala de la demanda de litio parece destinada a sobrepasar la actual capacidad de producción con creces; no obstante, el desarrollo de nuevos proyectos de minería de litio y la puesta en marcha de innovaciones en tecnologías extractivistas representan escollos de largo plazo^[14].

Como la tecnología de baterías de litio comprende un rol dominante en el proceso de descarbonización, electrificación y acumulación temporal de energías, el dominio de la cadena de suministro es parte de una compleja reconfiguración en la geopolítica energética. Asegurar el acceso a recursos críticos, como el litio y otros minerales estratégicos, emprender negociaciones con países ricos en tales recursos e incrementar la independencia en la producción industrial de baterías son una imperativa prioridad para los países de Asia (en especial China), para Estados Unidos y la Unión Europea.

China, en su ruta de la seda (*Belt and Road Initiative*) se encuentra en Suramérica visualizando un canal interoceánico que comunique a Brasil, en el Atlántico, con Perú, en el Pacífico. Este canal tendrá la capacidad de navegación, locomoción y autovía como modo de apoyar a dichas naciones en el desarrollo de su capacidad minera, y a su vez unir a los otros países para exportar sus mercancías hacia el Oriente Lejano por Perú. Un ambicioso plan que choca de frente con los intereses estadounidenses.

Mientras China propone unir a los países latinos en un programa de desarrollo de infraestructura con su proyecto de la nueva ruta de la seda, Estados Unidos se prepara para un conflicto de grandes potencias que compiten por recursos mineros/energéticos estratégicos. EE. UU. está utilizando la coartada de Taiwán como nación independiente para llevar tal conflicto militar a los predios de América Latina y así lograr sacar al Dragón de la región latina y poder establecer ellos su ansiada máxima del *Destino manifesto*, que propuso William Howard Taft: “No está lejano el día en que tres banderas de barras y estrellas señalen en tres sitios equidistantes la extensión de nuestro territorio: una en el Polo Norte, otra en el Canal de Panamá y la tercera en el Polo Sur. Todo el hemisferio será nuestro, de hecho, como, en virtud de nuestra superioridad racial, ya es nuestro moralmente”.

Otro aspecto que preocupa a EE. UU. comprende la reversión de varios Estados latinos y caribeños que, bajo la coerción del imperio del norte, se han plegado a “reconocer” a Taiwán como un Estado independiente. De los 14 países que reconocen a Taiwán como Estado, ocho se encuentran en la región de América Latina y el Caribe (Belize, Guatemala, Paraguay, Haití, San Cristóbal y Nieves, Santa Lucía, San Vicente y las Granadinas). Honduras reconoció a China como un solo estado y se plantea la situación política de Paraguay y Haití para finales del 2023, donde pueden reconocer a China, dándole un duro golpe a las pretensiones hegemónicas estadounidenses^[15].

14 Sánchez-López, M., (2023). “Geopolitics of the Li-ion Battery Value Chain and the Lition Triangle in South America”. *Latin American Policy* 2023. 14:22-45.

15 Evan Ellis, R., (2022). “The Strategic Role of Latin America in a Global Conflict over Taiwan”. *Revista Seguridad y Poder Terrestre*. Vol. 2 (1) 113-131. Centro de Estudios Estratégicos del Ejército del Perú. Lima. Perú.

Si EE. UU. puede provocar el conflicto sobre Taiwán, facilitará entonces involucrarse directamente en una guerra en el patio latinoamericano, considerado ahora como territorio hostil a los intereses estadounidenses. De haber dicho conflicto entre 2023 y 2024, se ha programado la invasión del canal de Panamá, la incursión militar en Honduras, Nicaragua y El Salvador. La guerra *proxy* con Venezuela desde Colombia y la selva amazónica, empoderados por el ejército del Perú, ejército que avala el artículo dedicado a la geopolítica sobre Taiwán contra China. Dentro de las otras estrategias estadounidenses para apoderarse de América Latina se encuentra la consideración de objetivo militar de los siete satélites latinos, pues poseen tecnología China (tres satélites venezolanos, dos brasileños y uno boliviano). Además, la destrucción de la infraestructura de telecomunicaciones G5 que tienen algunos países latinos, el despliegue militar sobre toda instalación energética que provea a China de recursos, la destrucción de cualquier nación que use rublos o yuanes en el comercio internacional, la destrucción de toda infraestructura de suministro energético o minero a China, destrucción de la red de celulares y computadoras chinas en América latina, entre otras menudencias.

En pocas palabras, Estados Unidos se prepara para que China invada a Taiwán y aprovechar esa coyuntura para hacerse de América latina y el Caribe. Mientras el oso está entretenido con Ucrania y el Dragón cae en Taiwán, tendremos una nueva geopolítica energética y minera en América. *Good Bless America!*

Referencias

- 1 Energy Institute (2023). Statistical Review of World Energy. 72 edition. June 2023.
- 2 Cozzi, L., and Gül, T., (2020). "Net Zero by 2050: A Road Map for the Global Energy Sector". Reporte especial de la Agencia Internacional de Energía. Dirección de Sustentabilidad, Tecnologías y Prospección. Cedex, Francia.
- 3 Venezuela se comprometió a reducir sus emisiones en un 20 % para 2030.
- 4 Poque González, Axel B.; De Jesús Silva, B. y Masip Macia, Y. (2021). "Transición energética en América Latina y el Caribe: diálogos inter y transdisciplinarios en tiempos de pandemia por Covid-19". Revista Líder, 29 (23), 33-61. 26 de noviembre 2021. DOI: <https://doi.org/10.32735/S0719-5265202139336>.
- 5 World Bank Group (2017). The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future. International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank. Washington. DC. USA.
- 6 Rozenktanz, G., (2015). "Megatrends in the Global Energy Transition". Licht-Blick/WWF. Alemania.
- 7 ONU (2022). "Nationally Determined Contributions under the Paris Agreement". Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement. Cuarta Sección FCCC/PA/CMA/2022/4. Sharm El-Sheikh. 6 al 18 de noviembre, 2022.
- 8 Lebdioui, A., (2022). "Latin American Trade in the Age of Climate Change". Canning House Research Forum. London School of Economics and Political Science. London, UK. Mary 2022.
- 9 Comisión Europea (2020). "Critical Raw Materials for Strategic Technologies and Sectors in el EU- A Foresight Study". European Union Central Office, Documento N° 211/833/EU. Luxemburgo. Unión Europea. ISBN 978-92-76-15336-8 doi: 10.2873/58081 ET-04-20-034-EN-N
- 10 USGS (2023). "Mineral Commodity Summary 2023". US Department of Interior. United States Geological Survey. Washington. DC. USA
- 11 Tabeta, S. (2023). "China weighs export ban for rare-earth magnet tech". <https://asia.nikkei.com/Spotlight/Supply-Chain/China-weighs-export-ban-for-rare-earth-magnet-tech>.
- 12 Nakano, J., (2021). The Geopolitics of Critical Minerals Supply Chains. Center for Strategic and International Studies. Energy Security and Climate Change Program. Washington, DC. USA.
- 13 IEA (2023). Critical Minerals Market Review 2023. Agencia Internacional de la Energía. www.oea.org
- 14 Sánchez-López, M., (2023). "Geopolitics of the Li-ion Battery Value Chain and the Lition Triangle in South America". Latin American Policy 2023. 14:22-45.
- 15 Evan Ellis, R., (2022). "The Strategic Role of Latin America in a Global Conflict over Taiwan". Revista Seguridad y Poder Terrestre. Vol. 2 (1) 113-131. Centro de Estudios Estratégicos del Ejército del Perú. Lima. Perú.

SOLO BASTÓ UNA FRASE: SEMBRAR EL PETRÓLEO

A pesar de no haberse realizado el sueño ha persistido. El tema recorre las mentes de los venezolanos mientras una utopía busca horizonte. Desde la muerte del tirano, autoritario y marcadamente represivo, el año 1936, la vida intentó reorientarse asumiendo otras brisas para bañar de ilusiones a un país de economía rural que poseía en el subsuelo *mene* –un mineral– en abundancia como para alcanzar desarrollos industriales que florecían en las mentes de grandes pensadores futuristas: ¡Petróleo! ¡Oro negro! ¡Carroña del diablo!

Uno de esos visionarios adelantado a su tiempo, oriundo de los Andes venezolanos, de estirpe europea: periodista, con dominio de las ciencias sociales y la economía, ya desde los dieciséis años de edad había escrito sobre su preocupación por el país.

ALBERTO ADRIANI (1898-1936)

Hijo de los migrantes italianos Giuseppe Adriani y María Mazzei Marchani procedentes de Isla de Elba hicieron de Zea, Estado Mérida, su nuevo país. Allí anclaron su nave. Y el tiempo fue transcurriendo. Del seno de esta familia italo-venezolana *in crescendo*, luego de mucho trajinar entre Venezuela y Europa de la cabeza de Alberto brotó la idea que por su virtuosismo fue de alguna manera compartida en sus artículos de prensa por el escritor Arturo Uslar Pietri. Esa bonanza que percibía el país por renta petrolera había que darle un aprovechamiento eficaz invirtiéndola en desarrollo agrícola y pecuario, la tradicional bondad con que la madre naturaleza dotó a esta Nación: Producir alimentos.



¡Sembrar el petróleo!

LA COEXISTENCIA DE LAS ENERGÍAS EN EL FUTURO

ANÁLISIS SOBRE LA PLURALIDAD DE LAS FUENTES DE ENERGÍA

Luis E. Prieto P. / ESPECIALISTA EN PETRÓLEO Y GAS NATURAL



Ilustración tomada de: revistafairway.com y modificada para uso no comercial

En las últimas dos décadas y esta que ya lleva un tercio recorrido, el término *energía* ha estado sonando con mucha fuerza en el escenario mundial. La diversidad de métodos para obtenerla se ha desarrollado no solo por el incremento de las investigaciones y desarrollo de tecnologías, sino también debido a la disminución progresiva de los costos de implementación a la par del aumento de los combustibles fósiles, que a lo largo de poco más de un siglo ha dominado el tablero mundial de la energía y cuyo dominio podría estar afectado por la indudable pluralidad energética en un futuro de coexistencia entre las fuentes.

El gas natural ha sido clasificado como combustible de transición

Los niveles de contaminación mundial han llegado a niveles preocupantes, significando con ello una afectación del clima con un aumento de la temperatura del planeta; las últimas conferencias mundiales sobre el cambio climático han abordado, casi de una forma agresiva, su postura ante los combustibles fósiles, mayormente hacia el carbón y el petróleo. En cuanto al gas natural, se ha decidido clasificarlo como “combustible de transición”; este combustible genera 2 veces menos emisiones de monóxido de carbono que el petróleo y 2,5 menos que el carbón; por esa razón ha sido visto como un combustible “ambientalmente utilizable”, a pesar de su origen fósil. No obstante, la razón real del uso del gas natural podría estar asociada a otros factores más reales, menos ambientalistas y poco filantrópicos. Veamos:

A diferencia del petróleo, el comercio del gas natural no se encuentra aún dominado por un cártel

energético, tal como lo es la Opep. Esto significa que su precio y comercialización están aún lejos de ser regulados y homologados, aunque los marcadores en dicho *commodity* han estado influenciados por los principales productores y comercializadores a nivel mundial, como lo son Henry Hub como referencia en el mercado norteamericano, el TTF holandés en el europeo y otras fórmulas para determinar los precios en mercados de gran interés como el asiático.

A pesar de ser el gas natural un combustible de menor poder calorífico y diversidad que el petróleo, los precios basados por unidad de energía (BTU) han significado un real atractivo; sin embargo, hasta hace poco menos de dos décadas, las complejas estructuras de procesamiento, transporte, licuefacción y almacenamiento de gas natural implicaban altos costos y resguardo de secretos industriales (licencias tecnológicas), además de su transporte (GLP, NGL, GNC, LNG), encareciendo el comercio mundial y limitándolo mayormente al suministro vía gasoducto. Con la diversificación de tecnologías, el aumento del precio de los combustibles líquidos y las regulaciones ambientales, la factibilidad económica y ambiental de los proyectos de gas natural han tenido mayor auge, tanto en infraestructuras de producción y licuefacción como en las de recepción en terminales a nivel mundial, mayormente en Asia y Europa, mediante el comercio marítimo.

La explotación de gas natural no es menos agresiva ambientalmente que la del petróleo; implica perforaciones en el subsuelo, extracción de contaminantes en superficie (dióxido de carbono, azufre, agua, entre otros), quema y venteo para controlar las presiones (emisión de gases de efecto invernadero), afectación

ambiental de la zona de explotación y de aguas subterráneas con mayor impacto en la aplicación de técnicas de fractura hidráulica. Es entonces que el debate de los combustibles fósiles no se centra justamente en su modo de explotación, sino en su uso ambiental por parte del consumidor final, lo que dista suficiente de la armonía ambiental sobre el productor y el consumidor.

La huella de carbono en las energías

Entre los debates sobre la energía se ha desarrollado el concepto de *huella de carbono*, que es la cantidad en toneladas o kilos de dióxido de carbono equivalente de gases de efecto invernadero (metano, vapor de agua, dióxido de carbono, óxido nitroso y el ozono), generados a partir de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, calefacción y transporte, entre otros procesos industriales. Dicho término se ha utilizado para describir las actividades de producción de energía o bienes de consumo que en su cadena de valor han utilizado combustibles fósiles a pesar de tener condiciones de cero emisiones contaminantes.

Si bien las energías renovables como la solar y la eólica han incrementado su presencia en el mundo, aún carecen del impulso que podría dar una reducción de los costos de implementación y un acceso a los materiales de fabricación; e igualmente lo observamos con las tecnologías para acumulación de energía basada en materiales tales como grafito, litio, lantano, itrio, iterbio, coltán, rodio, entre otros, cuyos procesamientos y producción ameritan el uso de energías fósiles en gran parte, además de implicar la intervención del subsuelo en las actividades de extracción de las materias primas, afectando con ello de igual manera al medio ambiente.

En cuanto a las energías como la hidroeléctrica y la nuclear, la primera de ellas está marcada por el uso de fuentes hídricas de mediano y gran caudal, siendo el agua un recurso que se ha visto afectado por la explotación urbana, agrícola, minera, petrolera, gasífera y la necesidad de madera, reduciendo considerablemente las superficies de bosques y afectando con ello los ríos y, en consecuencia, la generación de energía en represas hidroeléctricas; mientras que la energía nuclear, de alta eficiencia y economía, aún posee el estigma de sus usos bélicos y los accidentes que han predestinado su auge.

El hidrógeno, según su clasificación por color, puede ser negro, marrón, gris, azul y verde. Como fuente de energía primaria, el hidrógeno ha tenido un despertar en la última década, siendo el hidrógeno verde el de menor repercusión ambiental debido al uso de electricidad para electrólisis en cuerpos de agua, siempre y cuando dicha electricidad no provenga de fuentes alimentadas por combustibles fósiles. Realmente, la cuestión del hidrógeno y sus colores pasa por un escrutinio energético-moral al clasificarlo como fuente ambientalmente aceptable.

Por último, se encuentran los biocombustibles, los cuales reordenan el destino de productos agrícolas alimenticios para su procesamiento industrial, en donde son necesarias grandes áreas para la siembra y cosecha, afectando la calidad del suelo con contaminación por



Imagen tomada de: Lexica y modificada para uso no comercial.



Imagen tomada de: Lexica y modificada para uso no comercial.

herbicidas y fertilizantes, deforestación y la eventual afectación de los cauces de agua.

Cómo podría ser la matriz energética en el futuro

La matriz energética mundial futura tiene algunos cuestionamientos, mientras que los sectores prorrenovables indican que dichas energías van a tener un repunte tal que prevalecerán sobre las energías fósiles en cuanto a su crecimiento, al punto de establecer el concepto de *transición energética* como un cambio radical de la producción de energía hacia modos más sustentables y ambientalmente aceptables. No obstante, los actores actuales de la energía, predominantemente petroleros, establecen que en al menos 100 años el petróleo seguirá prevaleciendo como la principal materia prima para la generación de energía.

En la actualidad, Venezuela es el país con mayores reservas de crudo en el mundo, seguido muy de cerca por Arabia Saudita. Se calcula que al ritmo de consumo proyectado se podría contar con petróleo para algo más de 300 años; es decir, de cumplirse los vaticinios de un aumento del uso de energías renovables mayor al requerimiento mundial debido al crecimiento poblacional e industrial, el desarrollo de tecnologías de mayor eficiencia y una real crisis climática, países como Venezuela estarían obligados a realizar un paulatino desarrollo de sus fuentes y usos de energía, además de su proyección económica mediante el desarrollo de otros sectores distintos a la comercialización de materia prima fósil.

Sin embargo, por ahora no existe un alcance magnificado de tecnologías o la total disposición global a un mundo sin emisiones de carbono y demás gases de efecto invernadero; no así algunas metas como la reducción de emisiones en la industria del transporte con la fabricación de vehículos de emisión cero, el incremento del uso del gas natural para la energía eléctrica, la instalación de plantas solares y eólicas, así como el desarrollo de baterías con nuevos materiales y mayor eficiencia.

Poner fin a la era del petróleo, llamar al gas natural *combustible de transición*, pensar en energías renovables sin huella de carbono y que las naciones del mundo lograrán un consenso ambientalista es tan utópico por estos tiempos como pensar que se empezarán a sembrar árboles en el Amazonas y demás bosques en el mundo proporcionalmente a las emisiones de carbono y demás afectaciones ambientales que produce cada gran transnacional industrial, hidrocarburífera y minera. Sin embargo, debe reconocerse que los recursos fósiles son finitos, pero más finito aún podría ser su uso y aplicación.

Para países como Venezuela, con grandes reservas de petróleo y gas, al igual que Arabia Saudita, Rusia, entre otros, podría significar una gran pérdida el dejar en el subsuelo importantes recursos monetizables en un futuro con “menos necesidad” de combustibles fósiles.

Uno de los efectos desde el punto de vista económico es la llamada *enfermedad holandesa*, que implicaría una gran pérdida de oportunidades al no desarrollar otros sectores productivos con los ingresos provenientes de recursos finitos hidrocarburíferos y mineros; en consecuencia, se producen grandes afectaciones económicas y sociales postagotamiento. Cabe señalar que dicho escenario no sería exactamente del agotamiento de los recursos en subsuelo, sino del agotamiento de su uso y, en consecuencia, de su comercialización y venta. Es, por tanto, que la época actual significa una oportunidad para que las economías dependientes de la venta de crudo y gas principalmente monetizen sus reservas con eficiencia, y con dichos ingresos desarrollen investigaciones, tecnologías, nuevas formas de generación de energía y sus usos, así como actividades económicamente sustentables en otros sectores productivos no dependientes del petróleo y el gas, adicional a acometer acciones oportunas en el cuidado del ambiente, en la remediación de impactos en el suelo, el aire y el agua, estableciendo con ello nuevos métodos de interacción humano-ambiente.

Este último siglo estaremos sujetos a la coexistencia de las distintas formas de energía. Sin duda veremos incrementarse el uso de las renovables, que se harán más sustentables eficientes. Adicional y obligatoriamente, en lo político estaremos viendo mayores acuerdos de remediación ambiental mundial, y reconoceremos la pluralidad de la energía; sin embargo, también es muy posible seguir viendo menos acceso a los servicios básicos en las naciones más desfavorecidas con motivo del crecimiento poblacional y el incremento de los precios en las fuentes de energía en el periodo de implementación. Sin poder escapar de la realidad, muchas naciones estarán viendo el agotamiento de sus reservas de hidrocarburos, habrá más dependencia de otras, nos afectará la explotación minera en búsqueda de tierras raras, disminuirán las fuentes de agua potable; pero, sin duda, lo más lamentable para el ser humano será que seguiremos teniendo guerras híbridas en búsqueda de la hegemonía energética de las naciones preponderantes económicamente, con un acelerado daño ambiental producto de los desequilibrios en la producción de alimentos que los conflictos generan.

Estaremos viendo la coexistencia de las fuentes de energía, la diversificación de sus usos, y un mundo energéticamente plural y económicamente singular.



Imagen de: Lexica y modificada para uso no comercial

CRECIMIENTO ECONÓMICO Y ENERGÍAS FÓSILES EN AMÉRICA LATINA. CONSECUENCIAS Y DESAFÍOS PARA LA REGIÓN

Juan Carlos Rojas Zerpa / DOCENTE E INVESTIGADOR DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, MÉRIDA

Imagen tomada de: Lexica y modificada para uso no comercial

El crecimiento económico basado en la revolución de los combustibles fósiles y la productividad está presionando seriamente a la naturaleza y generando más pobres económica y energéticamente. El cambio global, dominado por el cambio climático está provocando la sexta extinción masiva. La insostenibilidad de ese modelo de desarrollo requiere un replanteamiento del crecimiento y el bienestar social.

Desde que el hombre apareció sobre la faz de la tierra, hace más de 400.000 años, fue evolucionando biológica y socialmente de acuerdo con las necesidades y su entorno natural (ecosistemas).

El hombre *Homo sapiens* evolucionó hasta el punto de agruparse para formar una especie de comunidad, lo que le permitió establecerse como un ser social; aspecto clave que lo diferenció notablemente de los otros hombres *homo*. De hecho, el gran filósofo Platón lo llamó “el Son Político”, que quiere decir “el gran animal social”.

En general, la existencia de ese hombre y de todos los que lo sucedieron en su historia evolutiva, hasta antes de la Edad Media, fue muy similar. En efecto, se caracterizaron por un modo de vida sencillo y acorde a sus necesidades elementales. El hombre preindustrial consumía recursos naturales según sus necesidades, contemplaba la naturaleza y tenía una visión de desarrollo minimalista basado en el ser y estar.

En contraste, el hombre que vino a continuación, el “postindustrial”, fue influenciado notoriamente por el nuevo paradigma de desarrollo que surgió a finales del siglo XVIII y que se consolidó a comienzos del siglo XIX, la Revolución Industrial. El cambio de fuente de energía primaria de la biomasa al carbón generó todo un acontecimiento espectacular que permitió sustituir y multiplicar la capacidad de trabajo de origen animal (tracción) y humano, afianzando el concepto de progreso

indefinido, del crecimiento ilimitado y de los enormes beneficios derivados de la explotación sin freno de la naturaleza (Fernández, 2008).

El auge del petróleo en el siglo XIX y su consolidación a comienzos del siglo XX vino a sumar más recursos energéticos para conformar la revolución de los combustibles fósiles. Este flujo energético impulsó la dinámica de crecimiento económico ilimitado, debido al incremento exponencial de la productividad; es decir, la mayor producción de bienes y servicios para satisfacer el consumo



Imagen tomada de: Lexica y modificada para uso no comercial

creciente de la población a un menor costo y mayor capacidad de producción. En efecto, eso permitió una fuerte expansión de la esfera monetaria-financiera, la cual se llegó a conocer como la primera gran globalización (Fernández, 2008).

La Revolución Industrial y el nuevo modelo de desarrollo basado en el crecimiento económico modificaron el modo de vida anterior del hombre preindustrial, por otro muy diferente y antagónico. Esa nueva visión de desarrollo se caracterizó por consumir ilimitadamente bienes y servicios de la naturaleza, empujado por su ambición en la productividad; es decir, en consumir y producir para tener más que los demás. De hecho, esta situación revela una total desconexión del ser humano postindustrial de la naturaleza, lo que perfectamente nos hace comprender la ocurrencia de una serie de efectos adversos sobre el planeta, que en la actualidad amenazan la vida humana y la biodiversidad. Ese cambio a escala global está provocando la sexta extinción masiva, que de momento ya está presionando el 25 % de las especies de animales y plantas de la tierra (IPBES, 2019).

Desde entonces, los gobiernos y grandes corporaciones mundiales han implantado la tesis del crecimiento económico como motor de desarrollo humano. Un hecho evidente que merece mayor atención, ya que el crecimiento económico no puede ser a costa de lo que sea, o peor aún, en detrimento de su ambiente y su gente.

Desde la época colonial en América Latina, ese motor de crecimiento económico se ha impuesto hasta nuestros días. Los conquistadores españoles, portugueses e ingleses tomaron enormes cantidades de recursos naturales para impulsar el desarrollo de sus países. Justamente, en el III periodo histórico descrito por Castro Herrera (2015), de consolidación de la colonización y control europeo en las Américas, se produjo el mayor daño al ambiente. Dicho extractivismo, que hizo florecer una economía de rapiña, dejó enormes huellas socioambientales en el continente americano.

Culturalmente, hemos seguido arrastrando esa herencia, que es similar en distintas partes del mundo, hasta el punto de ocasionar un cambio climático de orden global; una reducción masiva de las fuentes de energía primaria de origen fósil y grandes extensiones de basurales, lluvias ácidas, entre otros.

Por otra parte, la desigualdad social se ha intensificado muy marcadamente en los países en desarrollo, en especial en América Latina y el Caribe. Cada año se unen más pobres energética y económicamente al espectro social, lo que definitivamente empeora la situación de convivencia y desarrollo humano.

En este contexto, es evidente que la teoría del crecimiento económico experimentado, basado en los combustibles fósiles, es insostenible. En todos los países, tanto gobernantes como ciudadanos deben buscar salidas urgentes y sin precedentes para propiciar un modelo de desarrollo y bienestar en armonía con el ambiente, donde todos tengan la oportunidad de vivir una vida de óptima calidad. En efecto, “debemos caminar decididamente hacia una nueva era, que los ecólogos denominan como Ecozoica (la era de la casa de la vida)” (Escobar, 2017).

El hombre que emerge del final del antropocentrismo tendrá que desaprender todo lo que lo llevó a originar la crisis social y ambiental, y aprender de nuevo para recuperar parte de sus orígenes en su modo de vida sencilla; es decir, en armonía con la naturaleza. Ese modo de vida está relacionado con la visión antropofísica del mundo. Desde ese enfoque tendrá que coexistir en comunidades humanas en equilibrio con sus ecosistemas naturales y artificiales, atendiendo los retos y desafíos de la vida contemporánea y del futuro.

El *desarrollo sostenible* bajo un enfoque de *sostenibilidad fuerte* o *superfuerte* podría ayudarnos a marcar ese camino hacia la conciliación del ser humano con la naturaleza, donde lo económico no sea lo trascendental, sino más bien una dimensión importante que debe atender los límites del planeta y considerar sus restricciones. La *ética ambiental* o de la Tierra debe estar en el centro del nuevo modelo de desarrollo, lo cual nos permitirá alcanzar la armonía entre nosotros mismos, con la naturaleza, las instituciones y la economía.

El reto es enorme y depende de nosotros asumir los cambios que requerimos de manera urgente, acelerada y sin precedentes. En este contexto, si no hay esa sociedad que presione cambios en esa dirección, no habrá dirigencia política que haga lo mismo, o al menos haga planteamientos serios para abonar el camino

hacia esas grandes transformaciones que necesitamos para revertir la tendencia de un mundo (barbarie) caracterizado por altos impactos ambientales, destrucción de la economía, alta dependencia del extractivismo de recursos naturales renovables y no renovables, caos social, catástrofes políticas, entre otros.

Para construir un futuro deseable, dirigido hacia grandes transformaciones, que proporcione un modelo de vida en armonía con la naturaleza, tal como originalmente el *Homo sapiens* vivía con su entorno, necesitamos recuperar el enfoque o modo de vida antropofísico (el hombre es parte de la naturaleza y no el dueño de la misma). Eso implica reconocer los grandes problemas ambientales de orden global que estamos viviendo para revertirlos, evitarlos y/o mitigarlos, como el cambio climático. La construcción y consolidación de ese escenario pasa por una gran revolución educativa que le dé valor al ambiente, a la energía y al desarrollo.

Para mitigar los efectos del cambio climático, una de las opciones está relacionada con el cambio de paradigma en la generación y suministro de energía eléctrica y térmica. La implementación de medidas que impliquen la diversificación y/o complementación de la matriz energética mediante fuentes de energía primaria de tipo renovable y no convencional (ERNC): energía solar, energía eólica, minihidráulica, geotérmica, biomasa (biogás), entre otras, podría ayudarnos definitivamente a reducir significativamente las emisiones de CO_2 , emisiones de metano (CH_4) y emisiones de óxido nitroso (N_2O), cuyas

sustancias representan más del 90 % de las gases de efecto invernadero (GEI).

Si efectivamente las intenciones locales y globales coinciden en la implementación de acciones de esta naturaleza, es muy probable que las contribuciones en esta materia permitan suavizar el aumento de temperatura de la superficie terrestre. Al respecto, en la Cumbre de París de 2015 (COP 21) se acordó (Venezuela ratificó ese compromiso en sus Contribuciones Nacionales Determinadas) intensificar los esfuerzos mundiales y por supuesto nacionales para que la temperatura global no aumente de $1,5^\circ\text{C}$ (temperatura promedio de la superficie terrestre).

Por otra parte, el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por siglas en inglés) reveló que la comunidad internacional está muy lejos de lograr contener el recalentamiento planetario y que el mundo tendrá $1,5^\circ\text{C}$ más para 2030, respecto a la era preindustrial, si no se toman medidas urgentes.

El informe especial sobre recalentamiento global de $1,5^\circ\text{C}$, conocido como SR15, pronostica que los eventos climáticos extremos empeorarán si no se limita el aumento de la temperatura a menos de $1,5^\circ\text{C}$, en vez de los no más de 2°C .

Los escenarios de cambio climático se centran en emisiones antropogénicas de CO_2 . Al respecto, una curva o trayectoria de concentración representativa (RCP) 2.6 implica un escenario de mitigación (dominado ampliamente por energías limpias, eficiencia energética y otras medidas); un RCP de 4.5 y 6.0 implican un escenario de estabilización y un RCP 8.5 un escenario tendencial (no hacer nada). El escenario más deseado, RCP 2.6, busca que el incremento de temperatura sea menor de 2°C .

Lamentablemente, parece poco lo que se está haciendo globalmente para frenar el calentamiento global, dado que cada año (en los últimos años) la concentración de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ (en ppm) aumenta de 1 a 2,5 unidades, lo que implica un recalentamiento global de 1 a $2,5\text{ W/m}^2$ (forzamiento radiactivo).

La mitigación del cambio climático conlleva la implementación de medidas que buscan reducir la concentración de $\text{CO}_{2\text{eq}}$ en la atmósfera para atenuar los impactos y sus consecuencias.



Imagen tomada de: Lexica y modificada para uso no comercial

Referencias

Castro Herrera, G. (2015). “Nuestra América: Los tiempos del tiempo”. Capítulo incluido en el texto de *Ecología política latinoamericana: pensamiento crítico, diferencia latinoamericana y rearticulación epistémica* / Héctor Alimonda *et al.*; coordinación general de Héctor Alimonda; Catalina Toro Pérez; Facundo Martín. – I edición - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO; México: Universidad Autónoma Metropolitana; Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ciccus, 2017.

Escobar, A. (2017). “Desde abajo, por la izquierda, y con la tierra: La diferencia de Abya Yala/ Afro/ Latino/ América”. Capítulo incluido en el texto de *Ecología política latinoamericana: pensamiento crítico, diferencia latinoamericana y rearticulación epistémica* / Héctor Alimonda *et al.*; coordinación

general de Héctor Alimonda; Catalina Toro Pérez; Facundo Martín. – I edición - Ciudad Autónoma de Buenos Aires: CLACSO; México: Universidad Autónoma Metropolitana; Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Ciccus, 2017.

Fernández, D. (2008). *El crepúsculo de la era trágica del petróleo. Pico de oro negro y colapso financiero y ecológico mundial*. Primera edición, junio de 2008. Bilbao-España.

IPBES (2019). Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. E. S. Brondizio, J. Settele, S. Díaz, and H. T. Ngo (editors). IPBES secretariat, Bonn, Germany. XXX pages.



Imagen tomada de: Lexica y modificada para uso no comercial

CALENTAMIENTO GLOBAL VERSUS ECONOMÍA DEL HIDRÓGENO: ZEUS VERSUS PROMETEO

Ricardo M. Hernández-Romero / DOCENTE E INVESTIGADOR DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, MÉRIDA

Una vieja historia

En la mitología griega, Zeus es el rey de los dioses y es conocido por su terrible ira y venganza; a menudo, Zeus castigaba a los humanos por sus pecados, con la muerte, el destierro o algún otro castigo terrible. Por otro lado, Prometeo era un titán conocido por su inteligencia, su habilidad de prever el futuro y su disposición a ayudar a los seres humanos con dones de los propios dioses.

Uno de los relatos más famosos cuenta que Prometeo robó el fuego de los dioses y se lo dio a los humanos. Por esto, Prometeo fue castigado por Zeus, quien no consideraba a los humanos dignos de dominar el fuego. Por su parte, Prometeo creía que los humanos merecían tener el fuego, que era un símbolo de civilización y progreso. Los seres humanos dominaron el fuego y con él progresaron, logrando muchas cosas buenas; con esto dieron la razón a Prometeo. Pero también, gracias al fuego, los seres humanos han realizado muchas obras malas, dando con ello también razón a Zeus. Prometeo representa la esperanza, la resiliencia y el poder de superación del espíritu humano. Zeus representa las consecuencias de los actos realizados; consecuencias positivas o consecuencias negativas.

Se repite la historia: consecuencias y retos

Los problemas antropogénicos que actualmente enfrenta la humanidad son consecuencia de sus

actos en el devenir de los tiempos. Entre estos problemas están el cambio climático, las pandemias, la contaminación, la pobreza, la desigualdad, los conflictos económicos y geopolíticos, y las guerras.

Estos problemas son interdependientes y se agravan mutuamente. Así, por ejemplo, el cambio climático puede conducir a la pobreza, y la pobreza puede hacer que las personas sean más vulnerables a los efectos del cambio climático.

El cambio climático es el cambio a largo plazo en los patrones climáticos de un lugar o del planeta. Estos patrones incluyen temperatura, precipitaciones, viento, presión atmosférica, humedad y otros factores. El cambio climático puede ser causado por factores naturales, como la actividad volcánica o la variación de la órbita de la Tierra alrededor del Sol. Sin embargo, el cambio climático que estamos experimentando en la actualidad es causado principalmente por las actividades humanas relacionadas con la generación de energía para el transporte, la industria y la calefacción. Estas actividades involucran la quema de combustibles fósiles, responsable de la mayor parte de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como el dióxido de carbono (CO_2), el dióxido de azufre (SO_2) y los óxidos de nitrógeno (NO_x), que contribuyen significativamente al cambio climático [1,2]. La deforestación también contribuye al cambio climático, ya que los árboles absorben el CO_2 de la atmósfera contribuyendo a su reducción. La agricultura, por su parte, produce gases como el metano (CH_4) y el óxido nitroso (NO). Todos estos son GEI que atrapan el calor solar y hacen que la Tierra se caliente.

El cambio climático es un problema grave que ya está teniendo un impacto significativo en nuestro planeta[3]: el **aumento de las temperaturas globales** que están causando el derretimiento de los glaciares, el aumento del nivel del mar y la intensificación de los fenómenos meteorológicos

extremos; el **aumento del nivel del mar** está causando inundación de las zonas costeras, desplazando a las comunidades y erosionando la infraestructura; los **fenómenos meteorológicos extremos**, como huracanes, inundaciones, sequías y olas de calor, se están volviendo más frecuentes e intensos, causando daños a la propiedad, pérdida de vidas y trastornos sociales. Además, el cambio climático está provocando la **pérdida de biodiversidad** a un ritmo acelerado; las especies de plantas y animales están migrando a nuevas áreas, o están muriendo debido a los cambios en su hábitat. Finalmente, el cambio climático está teniendo **impactos en la salud humana** debido a que las olas de calor están causando muertes por enfermedad cardíaca y respiratoria.

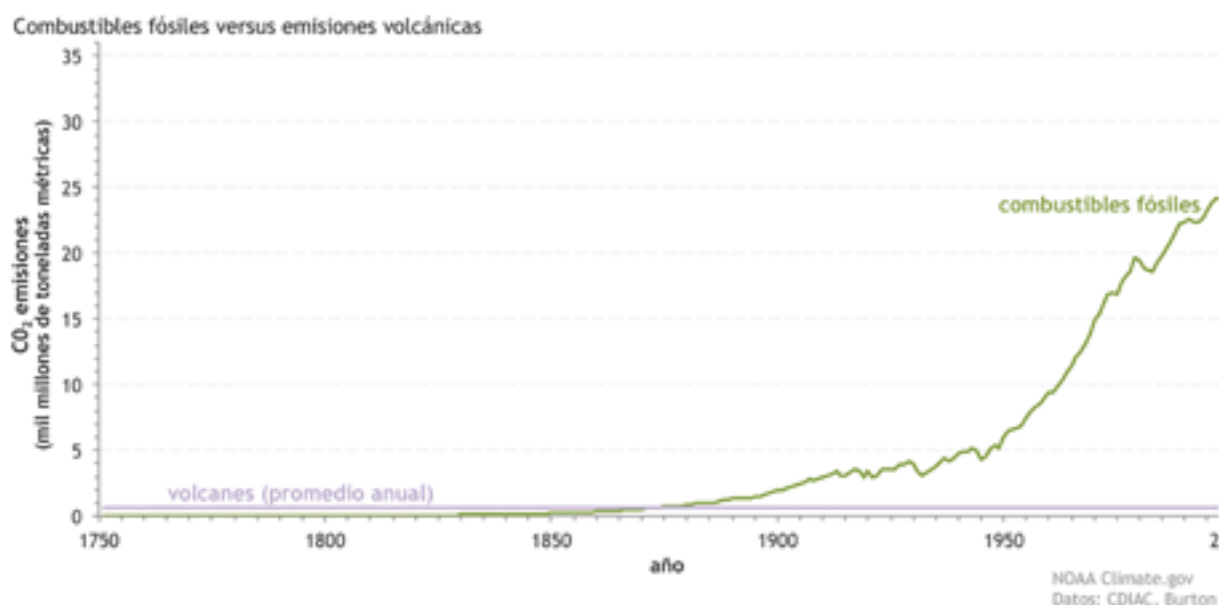


Figura 1. Emisiones humanas de dióxido de carbono provenientes de los combustibles fósiles y de la producción de cemento (línea verde) han aumentado más de 35 000 millones de toneladas métricas por año desde el comienzo de la Revolución Industrial. Las emisiones de los volcanes (línea púrpura) producen menos de mil millones de toneladas métricas anualmente. Gráfico del NOAA Climate.gov basado en datos del Centro de Análisis de Información de Dióxido de Carbono (CDIAC, siglas en inglés) del Laboratorio Nacional Oak Ridge del Departamento de Energía y Burton *et al.*, 2013.

Cambiando el sistema: la apuesta de Prometeo

Para frenar y mitigar estos fenómenos, es necesario emprender una serie de acciones a nivel global, nacional y local que incluyen:

- La **reducción de las emisiones de GEI**, mediante la promoción de estilos de vida sostenibles con reducción del consumo de energía y recursos, el aumento de la eficiencia energética, la promoción del transporte sostenible, la adopción de prácticas agrícolas más sostenibles y la transición hacia fuentes de energía renovables.
- La **conservación y restauración de ecosistemas**; bosques, manglares y humedales, que actúan como sumideros de carbono, absorbiendo y almacenando grandes cantidades de CO₂,
- La **implementación de estrategias de adaptación** frente a efectos del cambio climático que ya son inevitables por causa de las emisiones pasadas mediante iniciativas comunitarias relacionadas, a fin de fortalecer la resiliencia de las comunidades y de los ecosistemas; desarrollando infraestructuras resistentes al clima, mejorando la gestión del agua y promoviendo prácticas agrícolas adaptativas.
- La **generación de una respuesta internacional** coordinada para establecer acuerdos y compromisos vinculantes para reducir las emisiones de los GEI, que, además, incluya recursos financieros y tecnológicos para los países en desarrollo, a fin de ayudarlos a abordar el cambio climático y adaptarse a sus impactos.

El hidrógeno y su promesa

El hidrógeno es el elemento químico más ligero y abundante en el universo, por lo cual tiene una densidad muy baja en comparación con otros gases; es aproximadamente 14 veces menos denso que el aire, por lo cual ha sido utilizado en aplicaciones como globos aerostáticos. El hidrógeno es altamente reactivo; puede reaccionar con una amplia variedad de elementos, como metales, no metales y halógenos. Por ejemplo, reacciona con oxígeno para formar agua (H_2O) o con cloro para formar ácido clorhídrico (HCl). Las combinaciones del hidrógeno con otros elementos de la tabla periódica imprimen a los compuestos formados características para actuar tanto como ácido o como base en reacciones químicas. El hidrógeno es altamente inflamable y puede arder en presencia de una fuente de ignición, como una chispa o una llama abierta. Esta propiedad lo convierte en un combustible potencialmente útil en aplicaciones energéticas, lo que le augura un papel importante en la lucha contra el cambio climático debido a sus características como fuente de energía limpia y versátil.

El hidrógeno y la energía tienen una larga historia compartida. Las primeras demostraciones de electrólisis de agua y celdas de combustible capturaron la imaginación de los ingenieros en el siglo XIX. El hidrógeno se utilizó como combustible para los primeros motores de combustión interna hace más de 200 años. El hidrógeno impulsó globos y aeronaves en los siglos XVIII y XIX, impulsó a la humanidad a llegar a la luna en la década de 1960 y ha sido una parte integral de la industria energética desde mediados del siglo XX, cuando su uso se volvió común en la refinación de petróleo. El suministro de hidrógeno a usuarios industriales es actualmente un negocio importante a nivel mundial: su demanda se ha triplicado con creces desde 1975 y continúa aumentando [4].

La demanda de hidrógeno en su forma pura es de alrededor de 70 millones de toneladas por año (Mt/año). Este hidrógeno proviene casi en su totalidad de combustibles fósiles; solo el 6 % del gas natural mundial y el 2 % del carbón mundial se destinan a la producción de hidrógeno. Como consecuencia, la producción de hidrógeno es responsable de unos 830 millones de toneladas de CO_2 por año (Mt/año), equivalente a las emisiones de CO_2 de Indonesia y el Reino Unido juntas.

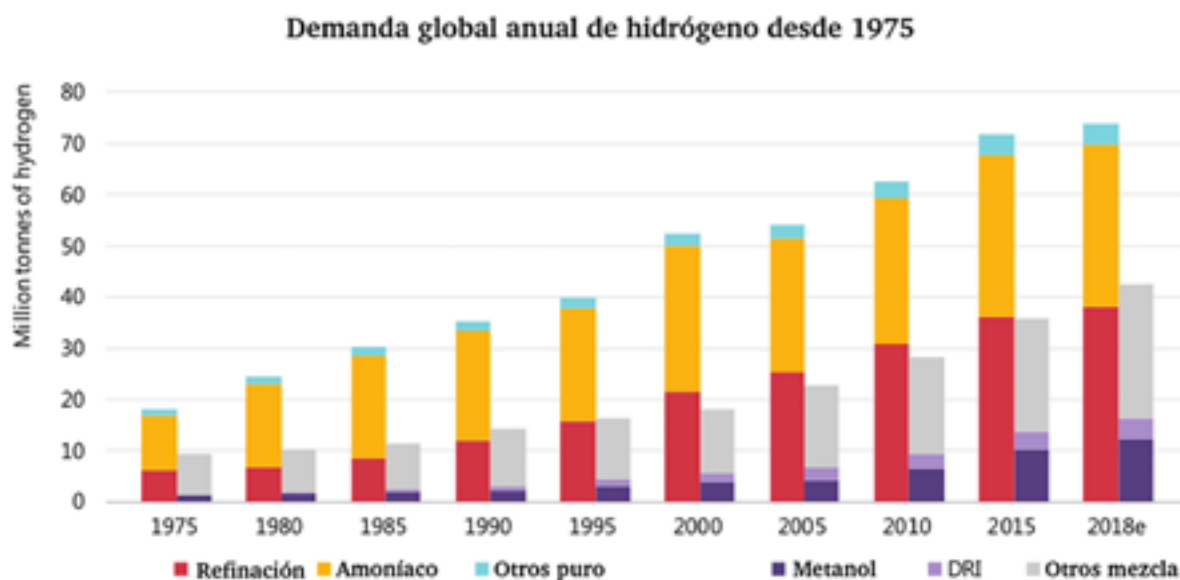


Figura 2: DRI = Acero de hierro reducido directo. Refinación, amoníaco y “otros puros” representan demanda que requiere hidrógeno con pequeños niveles de aditivos o contaminantes. Metanol, DRI y “otros mixtos” representan demanda de hidrógeno como parte de una mezcla de gases.

Fuente: The Future of Hydrogen: Seizing today's opportunities Report prepared by the IEA for the G20, Japan IEA 2019.

En términos energéticos, la demanda total anual de hidrógeno en todo el mundo es de alrededor de 330 millones de toneladas equivalentes de petróleo (Mtep). Por otro lado, el hidrógeno puede ser producido sin emisiones de dióxido de carbono (CO_2) cuando se utiliza energía renovable en su proceso de producción (hidrógeno verde). El exceso de energía renovable puede ser utilizado para producir hidrógeno a través de la electrólisis del agua, y luego el hidrógeno puede ser almacenado y utilizado posteriormente para generar electricidad o como combustible para ayudar a superar los desafíos asociados con la intermitencia de las energías renovables.

El hidrógeno también puede ayudar a frenar y mitigar el cambio climático al ser empleado como combustible en sustitución de los combustibles fósiles, ya que, al quemarse, la única emisión resultante es vapor de agua $[\text{5}]. \text{2H}_2 + \text{O}_2 \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}$.

En materia de transporte, el hidrógeno puede ser utilizado como combustible en vehículos eléctricos de celda de combustible (VECC), lo que permite una movilidad libre de emisiones. Los VECC tienen una mayor autonomía y tiempos de recarga más rápidos en comparación con los vehículos eléctricos con baterías convencionales. Además, el hidrógeno puede ser utilizado en camiones y autobuses de larga distancia, lo que contribuye a la descarbonización del sector del transporte. En cuanto a la descarbonización de la industria, el hidrógeno puede ser utilizado como fuente de energía en procesos industriales que actualmente dependen de combustibles fósiles altamente contaminantes $[\text{5}, \text{6}, \text{7}]$. Por ejemplo, el hidrógeno puede ser utilizado en la producción de acero, cemento y productos químicos, lo que reduciría las emisiones de CO_2 asociadas con estos sectores. Finalmente, el hidrógeno puede ser integrado en los sistemas energéticos existentes, lo que permite aprovechar la infraestructura y las tecnologías ya establecidas. Por ejemplo, el hidrógeno puede ser mezclado con gas natural en la red de distribución de gas existente, lo que reduciría las emisiones de CO_2 sin requerir una infraestructura adicional.

Los retos del uso de hidrógeno como combustible

Aunque el hidrógeno es el elemento más abundante en el universo, en la Tierra se encuentra principalmente combinado con otros elementos, como el oxígeno en el agua (H_2O) o con carbono en compuestos orgánicos. Por lo tanto, es necesario

separarlo de estas moléculas para obtenerlo en forma pura. Infortunadamente, los métodos actuales para obtener hidrógeno incluyen procesos que requieren una gran cantidad de energía y pueden generar emisiones de GEI si no se utilizan fuentes de energía renovable.

Otro reto del hidrógeno es su almacenamiento y transporte. El hidrógeno es un gas muy ligero, lo que significa que ocupa mucho espacio y requiere sistemas de almacenamiento a alta presión o criogénicos para mantenerlo en estado líquido. Además, el hidrógeno tiende a fugarse fácilmente a través de los materiales, lo que puede resultar en pérdidas significativas durante su transporte y almacenamiento.

Sumado al reto de su almacenamiento y transporte está el asunto de la seguridad; el hidrógeno es altamente inflamable y puede formar mezclas explosivas con el aire en ciertas concentraciones. Por lo tanto, se deben tomar precauciones especiales en el manejo, almacenamiento y transporte del hidrógeno para evitar accidentes.

Por otro lado, la infraestructura necesaria para utilizar el hidrógeno como fuente de energía limpia es limitada; por lo que se requiere la construcción de una red adecuada de estaciones de servicio de hidrógeno para abastecer a los vehículos de hidrógeno, así como la adaptación de los sistemas de distribución de gas natural para incluir el hidrógeno. Esto implica una inversión considerable y un tiempo prolongado para su implementación a gran escala.

Finalmente, el costo del hidrógeno es actualmente más alto que el de otras fuentes de energía convencionales, fundamentalmente debido a los altos costos asociados con su producción, almacenamiento y transporte.

Conclusión

En la actualidad, la mayoría de las actividades humanas causan la emisión de grandes cantidades de GDI, que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático. Por esta razón, es fundamental buscar alternativas más sostenibles y limpias, como el uso de energías renovables y la adopción de tecnologías más eficientes en el consumo de energía.

El hidrógeno se presenta como una opción prometedora para reducir la emisión de gases de efecto invernadero en estas actividades y contribuir a la mitigación del cambio climático. Sin embargo,

a pesar de sus ventajas comparativas, el hidrógeno también tiene algunos retos que deben superarse antes de que pueda convertirse en una fuente de energía ampliamente utilizada. Estos retos incluyen la dificultad de almacenamiento y transporte seguro, sus costos de producción a partir de fuentes renovables o con baja huella de carbono y la necesidad de desarrollo de una infraestructura para su uso seguro y confiable.

Referencias

- 1 Michael Lazarus & Harro van Asselt. Climatic Change (2018) 150:1-13 <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2266-3>
- 2 Scott, M., & Lindsey, R. (2016, June 15). ¿Qué emite más dióxido de carbono? ¿Los volcanes o la actividad humana? NOAA Climate.gov. <https://www.climate.gov/news-features/climate-qa/%C2%BFqu%C3%A9-emite-m%C3%A1s-di%C3%B3xido-de-carbono-%C2%BFlos-volcanes-o-la-actividad-humana>
- 3 IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- 4 International Energy Agency (2019). The Future of Hydrogen: Seizing today's opportunities Report prepared by the International Energy Agency for the G20.
- 5 Nazir H et al., "Is the H2 economy realizable in the foreseeable future? Part III: H2 usage technologies, applications, and challenges and opportunities, International Journal of Hydrogen Energy, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.07.256>
- 6 United Nations Environment Programme, & Global Alliance for Building and construction. (2020). 2020 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero-emissions, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector - Executive Summary. Unep.org. <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/34572>
- 7 Irena (2018), Hydrogen from renewable power: Technology outlook for the energy transition, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.

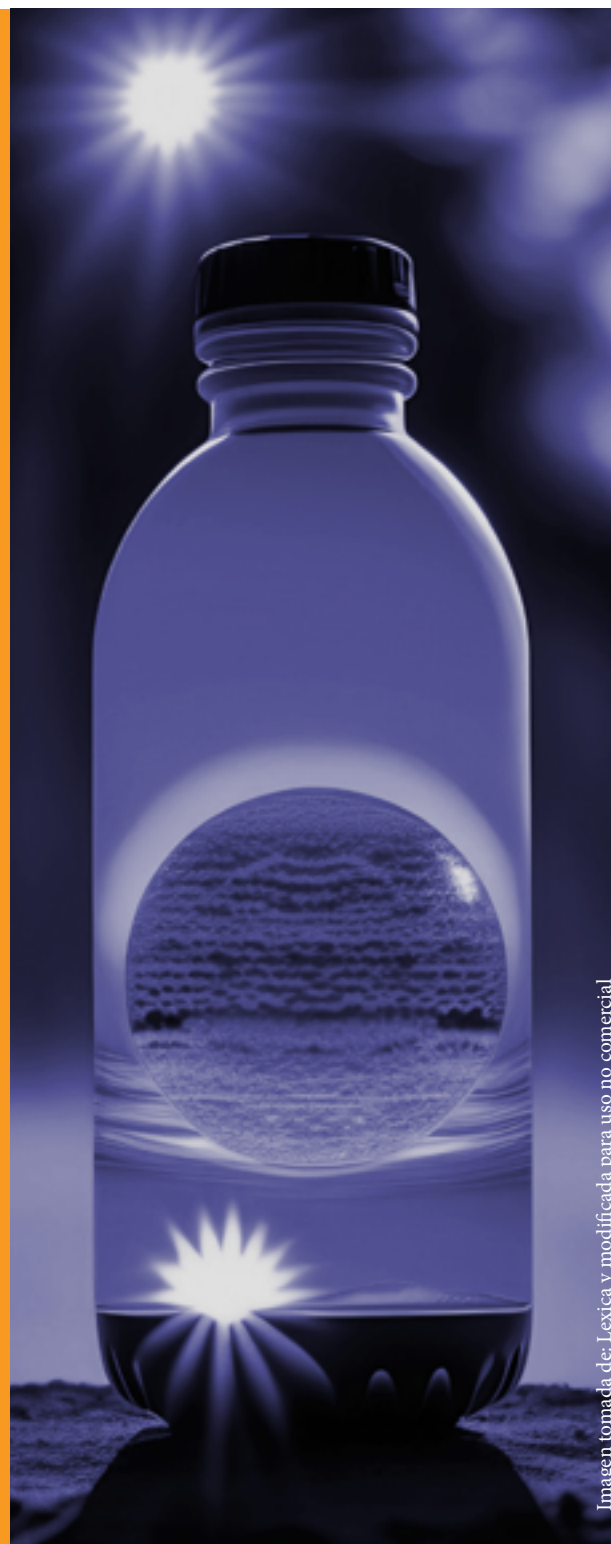


Imagen tomada de: Lexica y modificada para uso no comercial

LEYENDA GUARANÍ

Un mal día en el bosque se desató un enorme incendio. Las llamas crecían y devoraban todo. En medio del caos, un pequeño colibrí voló al río, mojó en él sus alas, y regresó al incendio agitándose para apagar el fuego. Repitió el proceso incansablemente, yendo y viniendo una y otra vez. Pero el fuego, indiferente, no dejaba de crecer.

Los otros animales, que estaban viendo lo que sucedía, le dijeron al colibrí:

—Oye, ¿por qué estás haciendo eso? ¿Cómo crees que con esas gotitas puedes apagar un incendio tan grande?

El colibrí, sin desanimarse, les respondió:

—Yo no sé si voy a apagar el incendio, pero sé que debo intentarlo. El bosque me ha dado todo lo que soy, es mi origen y hogar. Tengo un inmenso amor por él. ¿Cómo no voy a intentar salvarlo?

Los animales se conmovieron al escuchar al colibrí y algunos se sumaron a sus esfuerzos. Los dioses, que miraban desde arriba, también se conmovieron. El cielo se cubrió de nubes y se desató una lluvia torrencial que apagó hasta la última llama.



CHICO MENDES

“Al principio pensé que estaba luchando por salvar los árboles de caucho, luego pensé que estaba luchando por salvar la selva amazónica. Ahora me doy cuenta de que estoy luchando por la humanidad.”

FRANCISCO ALVES MENDES FILHO, conocido como Chico Mendes (1944-1988).

Ambientalista brasileño, asesinado por oponerse a la deforestación en la región de Acre, selva de la Amazonía en Brasil.



SVANTE ARRHENIUS (1859-1927)

“... si la cantidad de carbónico aumenta en progresión geométrica, la temperatura variará en progresión aritmética.”



Científico sueco, premio Nobel de Química en 1903. Anticipó en 1896 el cambio climático y predijo un incremento de la temperatura entre 5 y 6 grados al duplicarse el CO₂ en la atmósfera.

VENEZUELA Y SUS DESAFÍOS ENERGÉTICOS EN EL CONTINENTE Y LOS BRICS

Willian Rodríguez G. / DIPUTADO A LA ASAMBLEA NACIONAL VENEZOLANA

Dos años después del golpe petrolero de 2002, que intentara derrocar al presidente Hugo Chávez, el 14 de diciembre del 2004, nació en La Habana, la Alternativa Bolivariana para los Pueblos de América (ALBA, actualmente Alianza Bolivariana para los Pueblos de Nuestra América - Tratado de Comercio de los Pueblos, ALBA-TCP) como una opción política al Área de Libre Comercio de las Américas (ALCA) propuesta por Clinton en la llamada Cumbre de las Américas, celebrada en Quebec, en abril del 2001.

Desde 1994, bajo los esquemas del llamado *nuevo regionalismo*, los tratados de libre comercio (TLC) fueron el marco en que se gestó el ALCA, aprobado por treinta y cuatro (34) países en la Cumbre de las Américas en diciembre de ese año en Miami. Sin embargo, esa nueva estrategia de dominación imperial puesta en marcha fue derrotada tiempo después, en la Cumbre de Mar del Plata en 2005, al grito de “Alca, Alca, ¡al carajo!” dicho en la Cumbre de los Pueblos que se realizaba paralela, como expresión del renacimiento de las corrientes progresistas del continente.

En cuanto a la ALBA-TCP, esta se convirtió en un poderoso instrumento de integración política, económica, social, científica, tecnológica y militar regional por la fundación del Banco del Sur (2007), como institución financiera de nuevo tipo, y un año después se creó el Banco del ALBA. Un proyecto integracionista progresista con dos instituciones financieras al servicio del desarrollo social y económico de los países miembros.

En tal sentido, los modelos de gestión del Banco del Sur y del ALBA desafiaron el modelo de

dependencia del Banco Mundial y del FMI que, con sus programas de ajustes neoliberales y sus deudas impagables, propiciaron el antidesarrollo de los pueblos de la América Meridional de finales del siglo XX.

Así pues, el proceso de integración de la Patria Grande de amplio alcance desafiaba radicalmente la política colonial de dominación imperial; de tal manera que sus metas iban mucho más allá de lo económico, en tanto que poseía un firme concepto de complementariedad y de justicia, donde lo comercial y económico no estuvieron por encima de los derechos culturales y sociales de los pueblos. Así, el comercio no fue solo la prioridad; también se sumaron los movimientos sociales del continente, los cuales se organizaron y articularon para defender la justicia y los derechos de los pueblos.

A la par, se avanzó en una moneda única, el *Sucre*, y se creó Petroamérica con los países productores de petróleo y gas de la región, impulsando una integración energética basada en la solidaridad y la complementariedad de los pueblos. Igualmente, se instituyó Petrocaribe para darle un trato financiero preferencial a los países con menor capacidad de pago, prevaleciendo así el reconocimiento de las asimetrías y promoviendo la solidaridad y la cooperación económica y energética, sin descuidar la preservación del planeta.

Esta política que desafió el poder hegemónico de Estados Unidos (EE. UU.) fue sistemáticamente sabotada, mediante golpes militares, judiciales, parlamentarios, para detener el avance de las fuerzas progresistas y derrotar la integración del Sur como lo soñó Simón Bolívar hace más de 200 años. Hoy seguimos en esa fase de confrontación, con especial énfasis en fortalecer la Revolución Bolivariana.

El imperialismo por su parte, busca aniquilar a la Revolución por la vía de la asfixia económica con un nuevo modelo de bloqueo a través de las medidas coercitivas unilaterales (MCU) impuestas por EE. UU. contra Venezuela.

El petróleo como una poderosa herramienta de integración

Aun hoy, en publicaciones oficiales^[1], encontramos analistas que asumen que somos una potencia energética por tener la principal reserva de hidrocarburos del planeta, una afirmación poco seria, y alegre, ya que no hemos sabido convertir en riqueza el petróleo y el gas del subsuelo o del lecho marino; los únicos que han logrado eso son las transnacionales, en especial cuando migraron de contratos de servicios a empresas mixtas^[2] y bursatilizaron sus reservas al incluir nuestros enormes yacimientos en sus contabilidades y reportarlas como suyas en un 40 % de su participación en sociedad con PDVSA. Pocas voces alertamos sobre esto, en particular el especialista Alfredo Jalife.

Sin duda, Venezuela ha sido muy coherente en su política en la OPEP, una clara postura a favor de fortalecer la organización, y su capacidad de ofrecer un suministro estable y seguro, con una política de defensa de los precios en beneficio de los países miembros y de la nueva OPEP Plus; pero esta política se ve debilitada por su baja productividad, que ya ronda el quinto año consecutivo sin lograr romper la barrera de las seis cifras en su producción, barrera que es fundamental dejar atrás para retomar con fuerza nuestro liderazgo energético en el continente y apalancar el petróleo, el gas y la energía eléctrica^[3] como poderosas he-

rramientas para la consolidación de la integración latinoamericana.

Las MCU fueron diseñadas fundamentalmente para evitar el acceso a nuevas fuentes de financiamiento; de allí que nuestro principal desafío es el diseño de una nueva estrategia de comercio internacional para conseguir nuevos socios y mercados y derrotar así el bloqueo, apuntando en tres direcciones:

1. Atinar la puntería con nuestros vecinos que necesitan derivados, electricidad y gas. Es evidente la urgente necesidad de regresar con mucha fuerza al lago de Maracaibo, no solo desde el punto de vista ambiental; sino porque allí está el crudo liviano que necesita nuestro sistema refinador, para salir del punto crítico de producción de gasolina para nuestro mercado interno y con una estrategia audaz suministrar derivados a los estados fronterizos del sur de Colombia, del norte de Brasil, del Caribe, que son nuestro mercado natural, y hasta México, que aun arrancando su nueva refinería de Dos Bocas seguirá con déficit en la producción de gasolina. Podemos hacer un plan de negocios para el lago de Maracaibo, similar al de la Faja Petrolífera Hugo Chávez, buscar socios nacionales e internacionales que sin lugar a dudas verán mucho más atractivo el crudo liviano del lago que el crudo pesado de la Faja.

2. Redefinir nuestro modelo de producción y explotación del gas, con un potencial de 197,1 billones de pies cúbicos (pcd) de gas natural en reservas probadas. Sin embargo, seguimos quemando 2 billones de pcd, aproximadamente la mitad del gas que producimos^[4], esto es entre 5 o 6 veces la producción de gas de Trinidad y Tobago actualmente, repitiendo una vieja practica de las transnacionales cuando iniciaron la explotación petrolera en Venezuela, que consideraban el gas

1 <https://ecopoliticarevolucion.blogspot.com>

2 http://www.pdvsa.com/index.php?option=com_content&view=article&id=2191:4084&catid=10&Itemid=589&lang=es

3 <https://alertas24.com/internacionales/lula-firma-decreto-para-retomar-interconexion-electrica-de-venezuela/>

4 https://www.linkedin.com/pulse/la-coexistencia-de-las-energ%C3%ADas-en-el-futuro-luis-e-prieto-p?utm_source=share&utm_medium=member_android&utm_campaign=share_via

un subproducto indeseable ya que para utilizarlo hay que hacer grandes inversiones en su manejo, transportación, procesamiento y almacenaje; por eso era más fácil quemarlo o ventearlo.

Sin embargo, la consideración del gas como el combustible de transición, por tener menos emisiones de CO₂ que los hidrocarburos líquidos, y las sanciones impuestas a Rusia por su operación militar especial en Ucrania, han disparado el precio del gas a cuatro veces su valor, ante ese conflicto que se ha transformado en una confrontación militar de Rusia con la OTAN.

Las nuevas licencias entregadas por EE. UU. a ENI, Repsol y a Trinidad y Tobago abren una oportunidad para que el país retome el desarrollo gasífero en tierra firme y en costa afuera. Hay muchas empresas nacionales e internacionales interesadas en los diversos proyectos de explotación de nuestros yacimientos gasíferos. Lo que nos falta es audacia, concreción y decisiones políticas y gerenciales para producir un salto cualitativo en el desarrollo de nuestro potencial en la industria del gas nacional e internacional, y no dejar de lado conversión en bonos verdes, el gas que dejemos de quemar, como hasta ahora ha sucedido.

3. Venezuela solicitó recientemente su ingreso al grupo de los BRICS. Este poderoso bloque transita aceleradamente lo que el Comandante Hugo Chávez realizó con la ALBA y la CELAC: un banco que ya tiene 50 millardos de dólares, para desafiar al FMI, con la diferencia de que este nuevo banco acepta las particularidades de sus integrantes y no impone políticas intervencionistas de ajustes macroeconómicos, están construyendo su propia moneda para

el intercambio comercial entre sus miembros y ya tienen 30 solicitudes de nuevos ingresos, lo que sin duda representa para Venezuela una gran oportunidad para construir nuevas alianzas con países como la India, los países africanos y euroasiáticos.

Este nuevo bloque ya supera en población, en tamaño de sus economías y en tasas de crecimiento económico al G7, que agrupa a las economías más industrializadas del orden global. Los BRICS están llamados a construir no solo un bloque de desarrollo económico, sino de una nueva forma de integración política, económica, estratégica y de geopolítica en este nuevo parto de la historia hacia un mundo multipolar, con el definitivo desplazamiento del dólar y de EE. UU. como modelo hegemónico imperial en el mundo.

La agresión contra la República Bolivariana de Venezuela está en pleno desarrollo. Las MCU que totalizan novecientos veintisiete (927) de acuerdo con el informe del Observatorio Venezolano Anti-bloqueo de septiembre del 2022 [5], en su conjunto constituye una grave amenaza a la seguridad, defensa y desarrollo integral de la nación, al producir una seria afectación económica que compromete la capacidad del Gobierno para ejercer sus funciones de garantizar la estabilidad económica, social y política en todo el territorio nacional, como lo establece nuestra Constitución de la República Bolivariana de Venezuela en su artículo 322, y es además específica la responsabilidad de la Fuerza

5 <https://observatorio.gob.ve/document/actualizacion-de-la-metodologia-sobre-mcu-y-otras-medidas-restrictivas-o-punitivas-impuestas-a-venezuela/>



Foto : Twitter / @NicolasMaduro

Armada Nacional Bolivariana con la sociedad civil en la corresponsabilidad de cumplir con la Defensa Integral de la Nación (artículo 326).

Es lógico pensar que Venezuela, al ingresar a los BRICS, reafirmará no solo su posición a favor de un mundo multipolar; sino que contribuirá a inclinar la balanza geopolítica mundial en esa dirección, pues suma un importante potencial de reservas petrolíferas y gasíferas; además de minerales estratégicos que sumados a la veintena de Estados que han solicitado su ingreso terminará por desplazar al G-7 de su posición de poder geo-económico mundial.

Es claro que este bloque en formación junta a los países con mayores reservas de energía con los países que más demandan recursos energéticos, como son China e India. La participación de países como Venezuela, Rusia, Irán y ahora Arabia Saudita en el bloque multipolar genera obvia preocupación estratégica en EE. UU., que hará cálculos y movimientos buscando desesperadamente garantizar su seguridad energética a toda costa, desplegando la *realpolitik* que lo ha caracterizado a lo largo de la historia. Por eso, su estrategia en el tablero de la geopolítica mundial que fomenta la confrontación militar OTAN-Rusia, y a la vez promueve la escalada de conflicto y eventual confrontación bélica entre China y Taiwán; para frenar a toda costa y

sin importar el precio que deban pagar la paz y la seguridad internacional, con tal de evitar su desplazamiento como potencia hegemónica del mundo.

Referencias

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, 1999.

Chávez, Hugo. *Petrocaribe, hacia un nuevo orden en nuestra América*. Colección Discursos. Caracas, Minci, 2008, p. 71.

Ley Orgánica de la Seguridad de la Nación.

Ley del Plan de la Patria 2025.

Rodríguez Araque, Ali. *El proceso de privatización petrolera en Venezuela*, 2014

Sin autor. Alca: ¿Integración continental o dominación imperial?

<https://observatorio.gob.ve/timeline/2-de-diciembre-2002/>

<https://ultimasnoticias.com.ve/noticias/economia/conocophillips-quiere-vender-petroleo-venezolano-en-eeuu/>

https://www.opec.org/opec_web/en/index.htm



Ilustración tomada de: Lexica y modificada para uso no comercial

EL AMONÍACO COMO ALMACENAJE QUÍMICO DE HIDRÓGENO

Olga P. Márquez / DOCENTE E INVESTIGADORA DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, MÉRIDA

Imagen tomada de diariomotor.com y modificada para uso no comercial

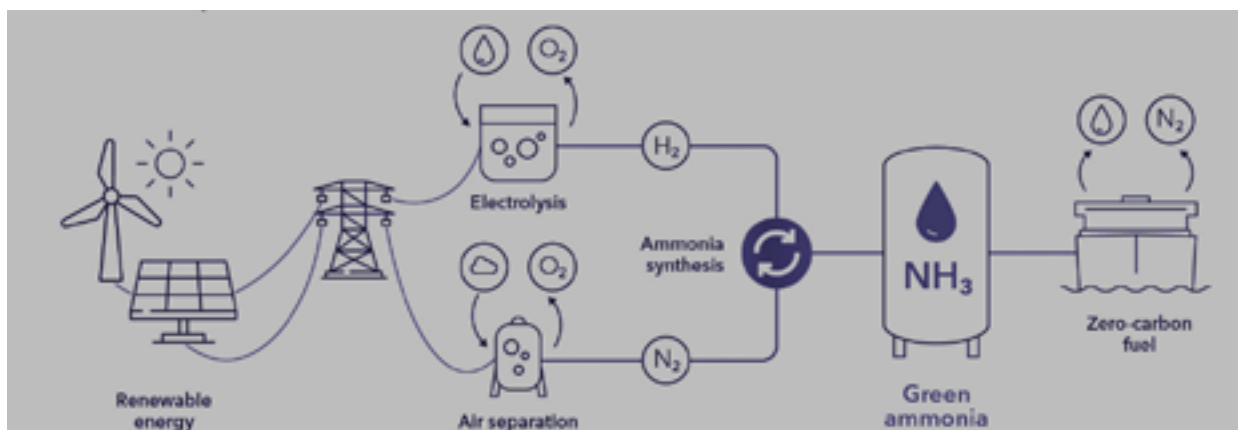
La industria del amoníaco verde tiene un enorme potencial energético. Esto incentiva la investigación para el desarrollo de tecnologías de producción de amoníaco verde. Se espera que el amoníaco verde se convierta en un portador de energía con cero emisiones de carbono en el futuro. El amoníaco puede sustituir a la mayoría de los actuales escenarios de aplicación de los combustibles fósiles. Desde esta perspectiva, el sistema de combustible de amoníaco verde proporcionará una ayuda significativa para resolver los problemas de seguridad energética. Según el informe de la Asociación Internacional de la Energía del Amoníaco, la actual producción mundial anual de amoníaco es de unos 200 millones de toneladas, pero el 98 % de las materias primas de producción proceden de combustibles fósiles, lo que supone una importante cantidad de emisiones de dióxido de carbono. Por tanto, urge encontrar un método de producción de amoníaco ecológico, limpio y sostenible y es la electroquímica la disciplina apropiada para ello.

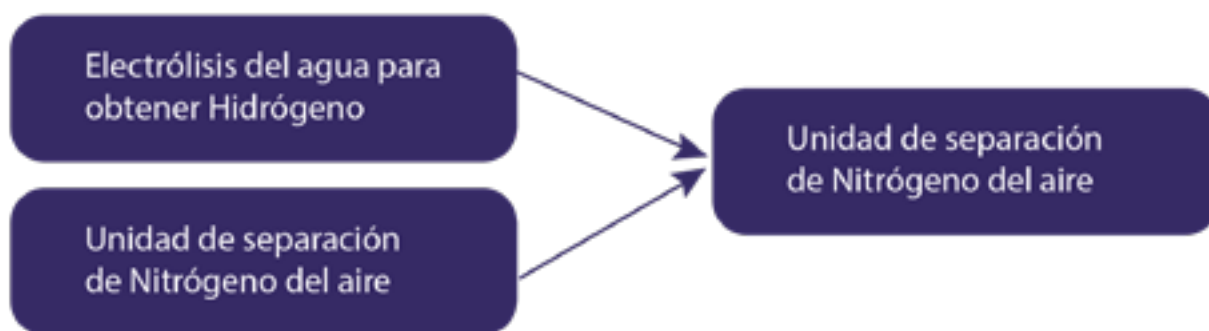
Recientemente, se comenzó a presenciar un gran movimiento en el ámbito energético mundial en torno a las ventajas del hidrógeno verde como instrumento para lograr la descarbonización de nuestro sistema energético y de la economía en general. Sin embargo, su transporte y almacenaje implica algunos inconvenientes que, si bien pueden solventarse técnicamente, podrían dar lugar al empleo generalizado del hidrógeno no en su forma pura, sino formando parte de otras sustancias como el amoníaco [1].

El amoníaco, como medio de almacenaje y transporte del hidrógeno, tiene las siguientes ventajas:

- Su sistema de transporte es energéticamente más eficiente que el hidrógeno, ya que puede transportar gran cantidad de energía a largas distancias en menos espacio.
- Se dispone, a nivel mundial, de una infraestructura de transporte segura y eficiente.
- Se requiere de recipientes de materiales menos exigentes que el que requiere el hidrógeno, dados su mayor tamaño y densidad.

Para producir amoníaco ecológico [2], el hidrógeno se produce por electrólisis a partir de fuentes 100 % renovables y se combina con nitrógeno extraído del medio ambiente mediante un separador de aire. Se trata de un proceso libre de carbono que produce un vector energético limpio. El amoníaco ecológico producido puede transportarse a su destino por barco. Ya existen buques y terminales portuarias para ello en todo el mundo.

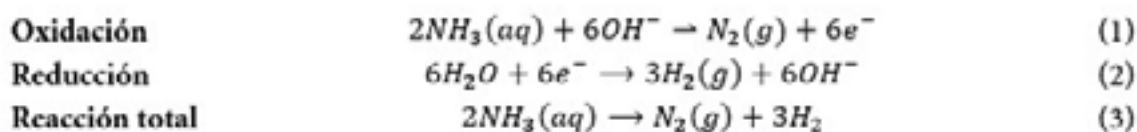




Conversión del amoníaco a hidrógeno

Una vez que el amoníaco llega a su destino, se vuelve a separar en hidrógeno y nitrógeno, mediante un proceso electroquímico, permitiendo así el uso posterior del hidrógeno en numerosas industrias como portador de energía amigable con el ambiente.

Las ecuaciones 2-3 muestran la conversión electroquímica de amoníaco a hidrógeno [3]:



Es un procedimiento electroquímico que ocurre a 25 °C, a -0,77 V versus el electrodo de hidrógeno estándar (SHE).

La ventaja de este procedimiento es su facilidad de integración con fuentes de energía renovables (electricidad). Como el consumo de energía es bajo, la celda podría funcionar con energía renovable. Por lo tanto, el hidrógeno podría producirse bajo demanda, minimizando las necesidades de almacenamiento.

Una de las ventajas de utilizar el amoníaco como almacenador de hidrógeno [4], es que proporciona una solución importante de portador de energía química libre de carbono para su transporte. El amoníaco no es un gas de efecto invernadero (GEI), y a la luz de los evidentes desafíos climáticos globales con respecto a los GEI esbozados, por ejemplo, en el Protocolo de Kioto, combinado con una alta densidad de hidrógeno, el NH_3 podría ser una alternativa interesante como fuente de hidrógeno.

Algunas de las ventajas del amoníaco sobre el hidrógeno son su menor costo por unidad de energía almacenada, es decir, durante 6 meses, el almacenamiento de amoníaco costaría 0,54 USD/kg- H_2 , frente a los 14,95 USD/kg- H_2 del almacenamiento de hidrógeno puro; una mayor densidad energética volumétrica (7,1-2,9 MJ/L); una capacidad de producción, manipulación y distribución más fácil y generalizada, y una mejor viabilidad comercial.

Algunas otras ventajas que ofrece el amoníaco son:

- Está libre de carbono y puede sintetizarse con un proceso totalmente libre de carbono a partir de fuentes de energía renovables.

- Tiene una densidad energética de 22,5 MJ/kg, comparable a la de los combustibles fósiles (los carbonos de bajo rango tienen unos 20 MJ/kg; el gas natural tiene unos 55 MJ/kg, el GNL 54 MJ/kg y el hidrógeno 142 MJ/kg).
- Puede licuarse **fácilmente por compresión a 0,8 MPa**, a temperatura atmosférica.
- Ya existe, en algunos países, infraestructura establecida y fiable para el almacenamiento y la distribución de amoníaco (incluyendo oleoductos, ferrocarriles, carreteras y barcos); actualmente se producen y transportan más de 180 millones de toneladas de NH_3 al año.

Planta de amoníaco verde

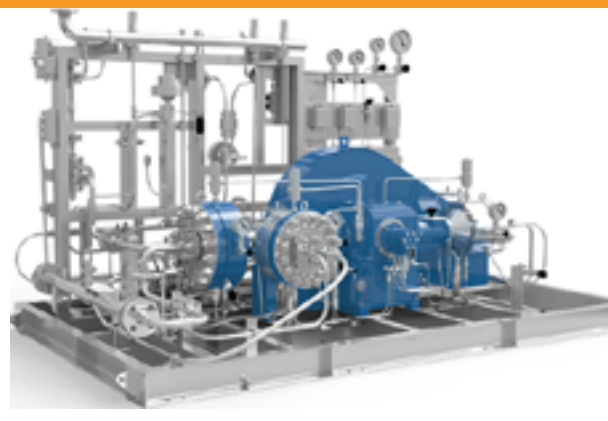
La planta de amoníaco verde [5] incluye varias unidades:

Generación de hidrógeno (H_2), Compresión de hidrógeno, Generación de nitrógeno (N_2), Síntesis del amoníaco (NH_3), Refrigeración y almacenaje:

Planta electrolizadora de agua para obtener hidrógeno.
Fuente: WOBO Industrial Group Corp®



Compresor de hidrógeno.
Fuente: Neuman & Esser Group®



Tecnología de separación criogénica del aire, Producción de nitrógeno líquido: 100L/h-2000L/h. Fuente: CanGas®



Sistema de separador de gases del aire (N_2 y O_2).
Fuente: GYY Energy®



Planta de síntesis del amoníaco a partir de H_2 y N_2 . Fuente: Weihai Chem-Equip Machinery®



Sistema de refrigeración de amoníaco. Fuente: Weifang Heng An Imp & Exp Co®



Sistema de almacenaje de amoníaco líquido

Como un ejemplo, se muestran los parámetros que hay que controlar para generar 20.000 toneladas de amoníaco por año:

	Unidad de preparación de hidrógeno	Unidad de preparación de nitrógeno	Unidad de compresión	Unidad de síntesis de amoníaco	Unidad de refrigeración
Agua de enfriamiento (T/h)	800	100	50	60	200
Consumo de electricidad (kWh/h)	25.000	600	550	132	650
Área del suelo (m ²)	1.680	105	140	84	35

Amoníaco como combustible

El amoníaco ofrece una gran potencialidad para ser utilizado como combustible en diferentes aplicaciones. El hecho de estar libre de carbono ofrece la posibilidad de alimentar turbinas de gas, calderas, celdas de combustible y motores de combustión interna sin emisiones de CO_2 asociadas a su uso, por lo que, si la energía y las materias primas utilizadas para producir el amoníaco proceden de fuentes renovables, todo el ciclo se considera completamente libre de carbono. Además, actualmente el amoníaco se produce y comercializa en volúmenes considerables, por lo que ya existe la infraestructura necesaria para su transporte y almacenamiento, junto con procedimientos de manipulación segura bien establecidos.

Conclusiones

El amoníaco garantiza, para el futuro, un sistema de energía libre de CO₂. La alta densidad volumétrica del hidrógeno, su baja presión de almacenamiento y su estabilidad para el almacenamiento a largo plazo son algunas de las ventajas del amoníaco para el almacenamiento de hidrógeno. Además, el amoníaco también se considera seguro, debido a su alta temperatura de autoignición, su baja presión de condensación y su baja densidad de gas comparada con el aire.

El amoníaco puede producirse a partir de muchos tipos diferentes de fuentes de energía primaria, incluidas las renovables, los combustibles fósiles y el excedente de energía (especialmente el excedente de electricidad de la red). En el lugar de utilización, la energía del amoníaco puede generarse directamente como combustible o descomponerse inicialmente en hidrógeno con muchas opciones de uso. La producción de amoníaco incluye los procesos de ciclo Haber-Bosch, electroquímico y termoquímico actualmente adoptados.

El uso del amoníaco se ha centrado principalmente en la posible utilización directa del amoníaco debido a su mayor eficiencia energética total, abarcando el motor de combustión interna, la combustión para turbinas de gas y la celda de combustible de amoníaco directa.

Por último, debido a los problemas asociados a la generación y almacenamiento de hidrógeno en aplicaciones portátiles, se ha propuesto el uso del amoníaco para la producción *in situ* de hidrógeno mediante la descomposición del amoníaco.

Se ha descrito el estado del arte de los catalizadores utilizados hasta la fecha para la descomposición del amoníaco, considerando los catalizadores compuestos por metales nobles y no nobles y sus combinaciones, así como materiales novedosos como las amidas e imidas de metales alcalinos.

Se ha considerado la posibilidad de utilizar el amoníaco como portador de hidrógeno y, en comparación con otros materiales de almacenamiento de hidrógeno, el amoníaco tiene las ventajas de una alta densidad de hidrógeno, una tecnología bien desarrollada para la síntesis y la distribución, y una fácil descomposición catalítica. En comparación con los hidrocarburos y los alcoholes, tiene la ventaja de que no hay emisión de CO₂ en el usuario final.

Los inconvenientes son principalmente:

- La toxicidad del amoníaco líquido (se deben tomar precauciones y cumplir normas de seguridad).
- La presencia de trazas de amoníaco en el hidrógeno (esto se puede eliminar mediante un sistema de reciclaje).
- El amoníaco puede considerarse un sistema de almacenamiento de hidrógeno, ya que es líquido a baja presión a temperatura ambiente, lo que supone una alta densidad de hidrógeno tanto en volumen como en peso. Por esta razón, se ha dedicado mucho al desarrollo de catalizadores muy activos y robustos, destinados a la descomposición del amoníaco a la menor temperatura posible.

Referencias

- 1 Nicholas Salmon and Rene Linares-Alcántara (2021). Green ammonia as a spatial energy vector: a review. *Sustainable Energy Fuels*, 2021, 5, 2814-2839. DOI: 10.1039/d1se00345c
- 2 Bicer, Y., Dincer, I., Vezina, G., & Raso, F. (2017). Impact assessment and environmental evaluation of various ammonia production processes. *Environmental management*, 59, 842-855. <https://doi.org/10.1007/s00267-017-0831-6>
- 3 Lim, D. K., Plymill, A. B., Paik, H., Qian, X., Zecevic, S., Chisholm, C. R., & Haile, S. M. (2020). Solid acid electrochemical cell for the production of hydrogen from ammonia. *Joule*, 4(11), 23382347.
- 4 El amoníaco verde o cómo transportar el hidrógeno renovable (2021). Aleasoft Energy Forecasting. <https://elperiodicode-laenergia.com/el-amoniaco-verde-o-como-transportar-el-hidrogeno-verde/>
- 5 Olabi, A. G., Abdelkareem, M. A., Al-Murisi, M., Shehata, N., Alami, A. H., Radwan, A., ... & Sayed, E. T. (2023). Recent progress in Green Ammonia: Production, applications, assessment; barriers, and its role in achieving the sustainable development goals. *Energy Conversion and Management*, 277, 116594. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2022.116594>.



**El amoníaco garantiza,
para el futuro, un sistema de
energía libre de CO₂**

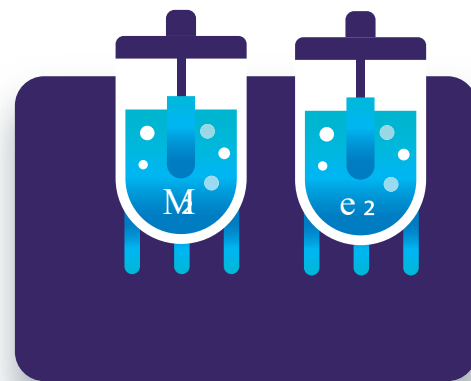
Imagen tomada de: Lexica y modificada para uso no comercial



AMÉRICA LATINA Y KARIBE
DEBATE E IDEAS

PRODUCCIÓN DE HIDRÓGENO VÍA ELECTROQUÍMICA

Jairo Márquez P. / DOCENTE E INVESTIGADOR DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, MÉRIDA



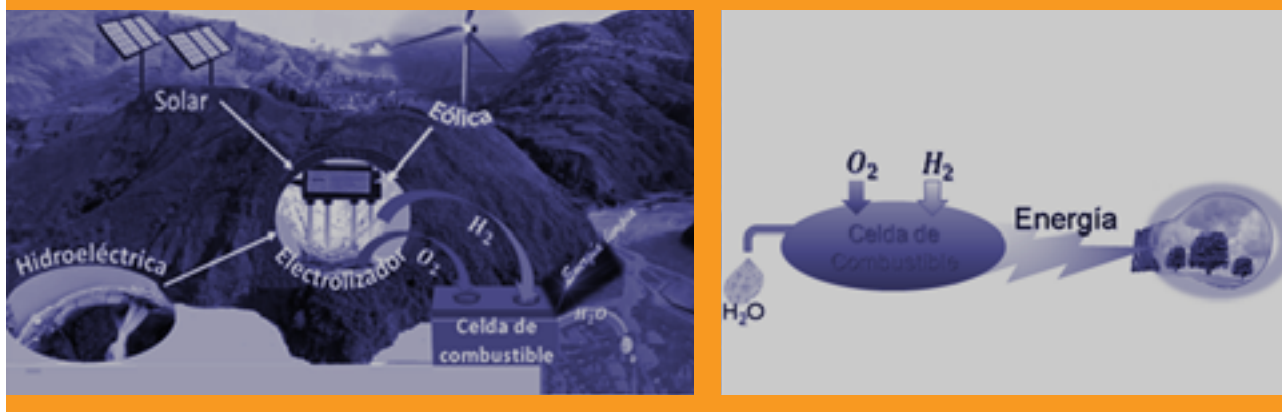
Existe una amplia interrelación hidrógeno-electroquímica. Por vía electroquímica, es posible abordar la obtención, síntesis, conversión, almacenamiento, suministro, usos y aplicaciones de esta importante y protagonista fuente energética. La humanidad busca actualmente un sistema energético fiable, asequible y no contaminante, y las energías renovables, sumadas a procesos de almacenamiento y suministro de estas energías, ocupan en la actualidad un papel preponderante con relación a ello, debido principalmente a su diversidad, abundancia, accesibilidad y potencial aprovechamiento en todo el planeta [1]. Estas son de muy poca o de nula contaminación, sin contribución al efecto invernadero y a la contaminación ambiental. El desarrollo de energías limpias es imprescindible para la implementación del acceso mundial a la electricidad y paralelamente controlar el cambio climático y la contaminación ambiental, contribuyendo así al saneamiento del planeta [2]. Los requerimientos actuales a nivel mundial, en los campos energético, económico, salud, comunicación, seguridad, ambiente, servicios y bienestar comunitario, urgen por el acceso sin limitaciones al recurso energético [3,4]. Existe el requerimiento adicional, sumado a las energías renovables, de fuentes de suministro energético disponibles, permanentes, seguras, variadas, ilimitadas, accesibles, no contaminantes y económicas.

De las fuentes disponibles al respecto, el hidrógeno cumple con buena parte de estas exigencias y ello explica la creciente actividad científico-técnica, los nuevos desarrollos y las nuevas aplicaciones de este recurso. El hidrógeno es considerado también un vector de almacenamiento energético, con novedosas aplicaciones, y su obtención, mediante síntesis químicas controladas y procesos del tipo electrólisis, fotoelectrólisis o fotoelectroquímico, se suman a esa actual exigencia de nula contaminación, simplicidad y economía en la síntesis.

En cuanto a la descarbonización, efecto invernadero y contaminación ambiental, es necesario la atención a otras fuentes contaminantes ambientales. Hay emisiones de gases de efecto invernadero en el sector agrícola, pecuario, silvicultura y deforestación. Otros problemas de origen antrópico debido al manejo inadecuado de recursos naturales son: deforestación; desertificación; inundaciones; contaminación hídrica, superficial o subterránea; contaminación del aire; recarga insuficiente de acuíferos; impermeabilización de suelos; contaminación en general (residuos radiactivos y otros contaminantes); otros [5].

Las comunidades andinas son potenciales semilleros para constituir una vía electroquímica de producción de hidrógeno limpio, dada su enorme reserva de agua dulce (para obtener hidrógeno), una excelente radiación solar (para aprovechar la

energía fotovoltaica) y, en algunas zonas de menor altura, también se puede contar con la energía eólica, como se observa en la fotografía:



En particular, el estado Mérida cuenta con energía hidroeléctrica que puede garantizar también energía limpia para la producción de hidrógeno. Se descompone el agua en hidrógeno y oxígeno, para alimentar una celda de combustible que genera energía y se obtiene, como subproducto, agua, la cual puede ser reciclada para la electrólisis del agua.

Las fuentes renovables de energía están bajo evaluación en diversas localidades para su incorporación en planes de limpieza ambiental. La energía solar, eólica e hidroeléctrica han sido de amplia aceptación. Se destacan algunas rutas para la producción de hidrógeno vía electroquímica [6]. Mediante la electrólisis fotovoltaica, en medio acuoso, se obtienen hidrógeno y oxígeno a partir del agua, la cual es restablecida posteriormente y con suministro de energía al medio, en celda de combustible.

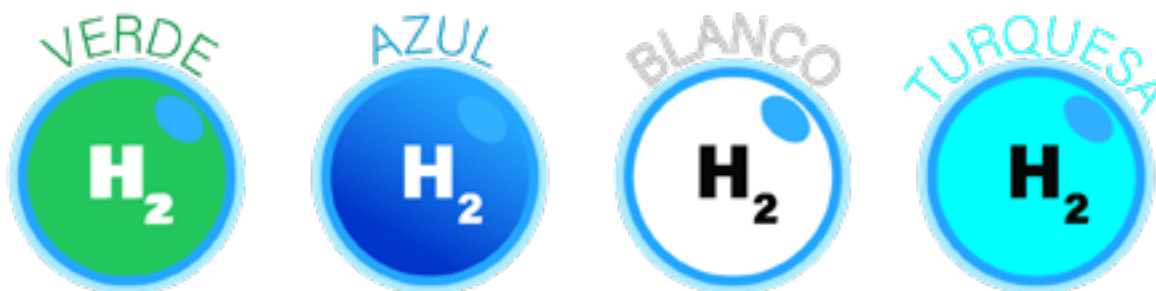
Se puede esquematizar la producción de hidrógeno como sigue:

- Desde la energía solar directa (electrólisis fotovoltaica)
- En una celda fotoelectroquímica
- Desde la energía solar indirecta (electrólisis): eólica, hidroeléctrica, térmica, mareomotriz, etc.
- Mediante electrólisis (otras fuentes de electricidad)
- Mediante la producción de amoníaco “verde”
- Vía producción de metanol “verde”
- Mediante procesos cíclicos con regeneración de los reaccionantes

Se puede proponer un proceso de producción de hidrógeno limpio, con electroquímica, para las comunidades andinas, incluyendo captura, conversión, almacenamiento y suministro de energía, con formación de hidrógeno electrolítico:



Existe, ya, una clasificación de hidrógeno multicolor, dependiendo de su grado de contaminación en el proceso de síntesis (no contaminante, poco contaminante) [7,8].



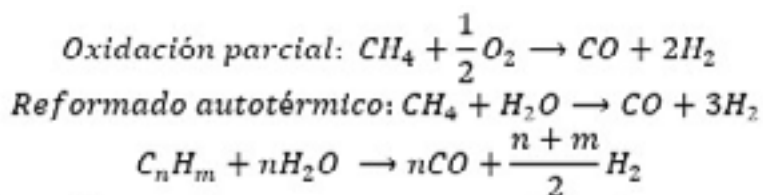
- **H₂ verde:** Se genera a partir del agua haciendo uso de la electricidad producida por energías renovables. No hay emisión de CO₂ y se asume como solución eficaz para favorecer la descarbonización de todos los sectores.
- **H₂ azul:** Genera emisiones de CO₂ que son capturadas y posteriormente almacenadas o reutilizadas (por ej. para fabricar ecocombustibles). Se trata de un hidrógeno de bajas emisiones.
- **H₂ blanco:** Hidrógeno que encontramos en la naturaleza normalmente en forma gaseosa. En ocasiones se puede encontrar en depósitos subterráneos.
- **H₂ turquesa:** El hidrógeno color turquesa se genera mediante la pirólisis del metal fundido, alimentada por gas natural. En el proceso, el gas natural pasa a través de un metal fundido, y libera hidrógeno y carbono sólido, con lo que se evitan emisiones.
- **H₂ gris, marrón y negro:** Corresponden a procesos contaminantes por uso de combustibles fósiles, procesos industriales, deforestación, quema de bosques, actividades antropogénicas, etc., en su síntesis.

Aunque estamos claros con la defensa del medio ambiente y la remediación del cambio climático, no debemos desentendernos de que somos un país petrolero, por lo cual debemos tomar las previsiones para una sana transición hacia las energías alternas; pero, a la vez, desarrollar sistemas de aprovechamiento de nuestro gas natural, para convertirlo en energía limpia:

El gas de síntesis (CO + H₂) es obtenido por la oxidación parcial del gas natural y producción de hidrógeno vía la reacción de desplazamiento por reformado con agua. A partir de allí, una gran variedad de productos valiosos pueden ser sintetizados. La producción de gas de síntesis, con la utilización de energía renovable, evitaría el uso de combustibles fósiles [9], y su utilización en la producción de compuestos de interés petroquímico:

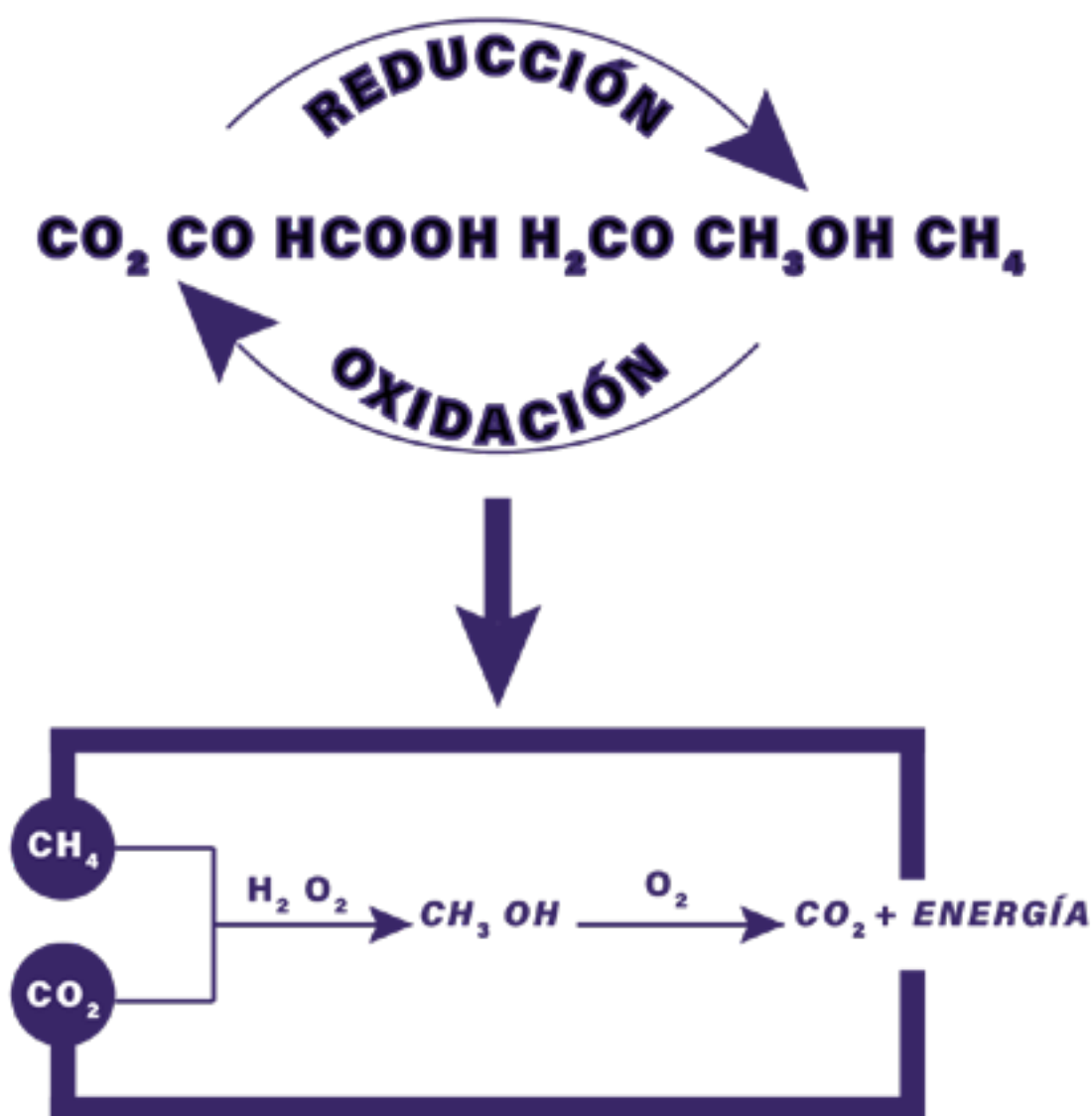


Con oxidación parcial y con reformado autotérmico se convierten hidrocarburos a gas de síntesis:



Adicionalmente, la producción de compuestos monocarbonados constituye vías químicas y electroquímicas para el almacenamiento de hidrógeno, tal como procesos redox cíclicos no contaminantes para producción de hidrógeno y posterior suministro de energía.

La ejecución de estos procesos en forma cíclica evita la carbonización y el consumo de materiales, y garantiza el suministro posterior de energía desde celdas de combustible: procesos redox cíclicos no contaminantes para producción de hidrógeno y posterior suministro de energía. Como un ejemplo, se ilustra la obtención de energía desde un ciclo monocarbonado [10]:



Conclusiones

Los sistemas electroquímicos pueden hacer importantes aportes en la utilización de la energía solar, otras energías renovables y en la producción de hidrógeno; por ejemplo, en la preparación de semiconductores, electrodos, catalizadores, orgánicos para celdas fotovoltaicas, fotoelectroquímicas y electrolíticas, y producción y almacenamiento de hidrógeno. Es también posible, con la recuperación y el reciclado eficiente de productos de reacción, con bajo contenido de carbono, reducir a un mínimo (hidrógeno verde y azul) la contaminación ambiental por esta vía. Adicionalmente, desarrollos recientes en nanoelectroquímica permiten la preparación de materiales nanoestructurados con propiedades únicas, ópticas, magnéticas y catalíticas.

Referencias

- 1 Baxter, J. B., Bian, Z., Chen, G., Danielson, D., Dresselhaus, M.S., Fedorov, A.G., Fishe, T., Jones, C.W., Maginn, E., Kortshagen, U., Manthiram, A., Nozik, A., Sholl, D. & Wu, Y. (2009). "Nanoscale design to enable the revolution in renewable energy". *Energy Environ. Sci.*, 2, 559–588. Birck and NCN Publications. Paper 405.
- 2 Márquez, J. & Márquez, O.P. (2018). "Electroquimienergía". *Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)*, 1(2)9-26.
- 3 Márquez J., Márquez O.P., Weinhold E., Márquez K. 2021. "Hidrógeno desde la energía Solar (con electroquímica). Una revisión". *Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)*. 4(1)11-27. <http://erevistas.saber.ula.ve/rite>
- 4 Wulfinghoff, D.R. (1999). Fossil Fuels. Energy Efficiency Manual. 1247-1287
- 5 Jairo Márquez P1., Olga P. Márquez1*, Yris Martínez1, Keyla Márquez2, Elkis Weinhold1, Reynaldo Ortiz1. Electroquimienergía y cambio climático: una revisión. *InfoANALÍTICA* 10(1); 2022.
- 6 Márquez J., Márquez O.P., Weinhold E., Márquez K. 2021. "Hidrógeno desde la energía Solar (con electroquímica). Una revisión". *Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)*. 4(1)11-27. <http://erevistas.saber.ula.ve/rite>
- 7 Olga P. Márquez, Keyla Márquez, Elkis Weinhold1, Jairo Márquez. "Vector energético: Hidrógeno Multicolor (con electroquímica)". págs. 65-78. *Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)*, Vol. 6 N 1 Enero-Junio 2023, ISSN: 2665-0339.
- 8 J. R. Morante, T. Andreu, G. García, J. Guilera, A. Tarancón, M. Torrell. *Hidrógeno: Vector energético de una economía descarbonizada*. Fundación Naturgy, 2020.
- 9 Kirk-Othmer. *Encyclopaedia of Chemical Technology*.
- 10 Olga P. Márquez1, Yris Martínez1, Yanpiero Balladores3, Keyla Márquez2, Elkis Weinhold1, Jairo Márquez P. "Electroquimienergía y compuestos monocarbonados: Una revisión". *Revista de Ingeniería y Tecnología Educativa (RITE)*, Vol. 4. N.º 2; Julio-Diciembre 2021, ISSN: 2665-0339.



LA TRAMPA DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Pedro Grima Gallardo / DOCENTE E INVESTIGADOR DE LA UNIVERSIDAD DE LOS ANDES, MÉRIDA

Imagen tomada de: Lexica y modificada para uso no comercial

Hasta 80 millones de personas se hundirán en el hambre si no se cumplen los objetivos climáticos.

VOLKER TURK
Presidente del Consejo
de Derechos Humanos de la ONU

Para la élite mundial, la superpoblación es causa principal de los problemas más importantes que enfrenta el mundo. Afirman que es la causa del cambio climático, que a su vez provoca escasez de alimentos y agua, inmigraciones masivas, pérdida de biodiversidad, e incluso guerras. Científicos y medios de comunicación se unen a este pensamiento único. La solución sería un nuevo orden mundial para cambiar por completo la sociedad, sometiénola a un gobierno global que garantizaría los nuevos patrones de vida sobre el planeta. El plan, con cien años de duración, contenido en los documentos Great Reset [1], agenda ONU 2030 [2] y 4.ª Revolución Industrial [3], está en marcha desde hace tiempo, y está siendo aplicado con la ayuda del World Economic Forum (WEF), la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y la World Health Organization (WHO).

Esta élite controla todos los sectores de la producción, del suministro de alimentos, de la disponibilidad de energía y el clima. Sí, el clima, a través de técnicas llamadas *técnicas de modificación ambiental* (ENMOD, por sus siglas en inglés), que son altamente sofisticadas y pueden causar condiciones climáticas extremas. Estas técnicas se están utilizando en lugares como Pakistán, India y posiblemente Bangladesh para la destrucción de la infraestructura básica, la vivienda y los cultivos alimentarios, lo que conduce a la miseria humana, al hambre y a la muerte. El objetivo es crear personas más obedientes y más fáciles de controlar. El tipo de cambio climático causado por ENMOD no está basado en el carbono y no depende de la huella de carbono humana [4,5].

Los objetivos ocultos de la Agenda de la ONU 2030 [6] son:

1. La reducción de la población
2. El monopolio de los alimentos
3. El aborto y la anticoncepción
4. El adoctrinamiento en la educación
5. Transexualidad y pederastia
6. Privatización del agua
7. Pobreza energética
8. Explotación laboral y la esclavitud fiscal
9. La 4.ª Revolución Industrial para la deshumanización (¿inteligencia artificial?)

10. Pensamiento único: leyes únicas para todos los países
11. Totalitarismo: vigilancia y control absoluto
12. Alimentos transgénicos. Granjas de insectos. Carne artificial
13. Geoingeniería climática
14. Control absoluto de los alimentos marinos
15. Control absoluto de los recursos naturales
16. Estados policiales. Fin de la libertad. Política del miedo
17. Nuevo orden mundial. Gobierno global.

Ante este diabólico escenario debemos ser sumamente cuidadosos en que nuestras decisiones no vengan manipuladas por la avalancha de información proveniente de las élites. La reciente pandemia de covid-19 es un valioso ejemplo de cómo las élites están actuando: crearon el virus y vendieron la vacuna. Ante la emergencia, la humanidad respondió obedeciendo ciegamente las instrucciones emanadas de la WHO; al 12 de julio 2023 se habían vacunado completamente 5.157.193.846 personas, que representan el 65,38 % de la población mundial y la cifra de fallecidos se eleva a 6.950.642 [7], aunque otras fuentes estiman el número de fallecidos en 14,9 millones de personas [8]. Con el tiempo se ha estado vinculando el uso de las vacunas mRNA con la miocarditis como efecto secundario [9] y la presencia de grafeno en vacunas comirnatytm [10], que supuestamente han producido fallecimientos [11,12], aunque estas informaciones han sido ampliamente desmentidas por los medios de comunicación de las élites.

Con respecto al cambio climático o crisis climática, la avalancha de información en las redes sociales es enorme. Incluso el anuncio de la American Physical Society de la irrefutabilidad del fenómeno es sospechosa. Vale la pena ver el video [13] del doctor Ivar Giaver, premio Nobel de física, al respecto.

En mi opinión, los países en vías de desarrollo debemos mantener una mentalidad descolonizadora a fin de tomar las decisiones correctas y enfrentar el plan que las élites han formulado para nosotros sin ningún tipo de consulta. Sobre cada uno de los diecisiete puntos de la agenda de ONU 2030 es obligatorio que tomemos medidas de protección basándonos en nuestra soberanía. Recordemos a Nietzsche: “Quien con monstruos lucha, que se cuide de convertirse a su vez en monstruo”.

Sería ideal una población mundial total de 250-300 millones de personas, una disminución del 95 % de los niveles actuales.

Somos demasiadas personas; por eso tenemos el calentamiento global.

TED TURNER. FUNDADOR DE CNN

La despoblación debería ser la máxima prioridad de la política exterior hacia el Tercer Mundo, porque la economía estadounidense requerirá grandes y crecientes cantidades de minerales del exterior, especialmente de los países menos desarrollados.

HENRY KISSINGER. ARQUITECTO DEL NUEVO ORDEN MUNDIAL

El mundo de hoy tiene 6.800 millones de personas. Eso se dirige a unos 9.000 millones. Ahora bien, si hacemos un gran trabajo en nuevas vacunas, atención médica y servicios de salud reproductiva, podríamos reducir eso quizás en un 10 o 15 por ciento.

BILL GATES. EL MAYOR DEFENSOR VIVIENTE DE LA DEPOPULACIÓN

Ningún desafío representa una mayor amenaza a las futuras generaciones como el cambio climático.

BARACK OBAMA. EXPRESIDENTE DE LOS ESTADOS UNIDOS

La evidencia es incontrovertible. El calentamiento global está ocurriendo.

THE AMERICAN PHYSICAL SOCIETY

Referencias

- 1 La Gran Iniciativa de Reinicio (Great Reset) es un plan de recuperación económica elaborado por el Foro Económico Mundial (WEF) en respuesta a la pandemia de COVID-19.
- 2 United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Sustainable Development. *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. <https://sdgs.un.org/2030agenda>.
- 3 La Cuarta Revolución Industrial representa un cambio fundamental en la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos. World Economic Forum. Fourth Industrial Revolution. <https://www.weforum.org/focus/fourth-industrial-revolution>
- 4 https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_Modification_Convention
- 5 Koenig, P. (2023). Climate Change Crime – Depopulation in the Name of Human Rights. https://www.globalresearch.ca/climate-change-crime-name-humanrights/5825577?utm_campaign=magnet&utm_source=article_page&utm_medium=related_articles
- 6 <https://thereal2030.org/>
- 7 <https://datosmacro.expansion.com/demografia/mortalidad>
- 8 https://www.youtube.com/watch?v=XDDcfC8kgJw&ab_channel=FRANCE24Espa%C3%B1ol
- 9 Capoforrio A.L.P. (2021). Receipt of mRNA Vaccine against Covid-19 and Myocarditis. N. Engl. J. Med. 385:2189-2190. DOI: 10.1056/NEJMe2116493.
- 10 Campra, P. (2021). Detección de óxido de grafeno en suspensión acuosa (comirnatytm (rd1). <https://www.researchgate.net/publication/354059739>
- 11 <https://www.mundodeportivo.com/baloncesto/nba/20221230/1001912060/stocktondispara-vacuna-covid-19-han-muerto-cerca-1-000-deportistas.html>
- 12 Makis, W. (2023). Young Teachers (COVID-19 Vaccinated) Who Died Suddenly During April 2023 to May 2023. 14 Sudden Deaths Examined. <https://www.globalresearch.ca/young-teachers-covid-19-vaccinated-who-died-suddenlyduring-april-2023-may-2023-14-sudden-deaths-examined/5825725>
- 13 <https://youtu.be/OFcchad00fU>



Imagen tomada de: Lexica y modificada para uso no comercial





www.amerikalatinaykaribe.com

PENSAMIENTO POLÍTICO DE HUGO CHÁVEZ

Nelson Rodríguez A. (compilador)



Este libro, sobre el Socialismo del Siglo XXI, se basa en distintos aspectos del pensamiento político del líder venezolano Hugo Chávez Frías, figura en la biblioteca de la Academia de Ciencias Políticas Ho Chi Minh de la República Socialista de Vietnam y forma parte de la bibliografía de consulta de los estudiantes de este centro de estudios superiores del sureste asiático.

El contenido de esta publicación bilingüe (español-vietnamita), de casi trescientas páginas, corresponde a una recopilación realizada por el periodista venezolano Nelson Rodríguez Antoima, quien, en el marco de su carrera diplomática, permaneció diez años en Vietnam y compiló opiniones de académicos vietnamitas formados en Ciencias Políticas en universidades de Cuba, sobre las propuestas del Socialismo del Siglo XXI, que lideró el comandante presidente Hugo Chávez Frías (1954-2019). El periodista Rodríguez Antoima es autor de otro libro sobre la pernocta que hizo el comandante Chávez en el itinerario de su viaje a China en 2006, titulado *Chávez Dá Di Qua (Por aquí pasó Hugo Chávez)* y otro de crónicas editado por el Ministerio de Educación de Venezuela, titulado *Anónimos de la guerrilla*.

Nelson Rodríguez Antoima forma parte del Consejo Directivo de la revista digital *América Latina y Karibe*, dedicada al análisis geopolítico del continente latinoamericano y caribeño, cuya circulación e interés es cada vez mayor entre estudiantes e investigadores del área a escala continental.

