



Nro. 2: Junio 2026

Una brújula para pensar el país y el mundo

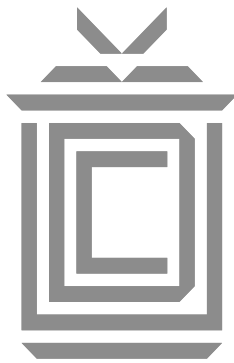
La energía como desafío





GPS UNICARIBE es una publicación del Consejo de Directores de La Universidad del Caribe, se edita en formato Open Journal Systems, en impreso ciego solo lectura, en español, de periodicidad mensual. Cada número se dedica a artículos de opinión originales, inéditos y especializados.

Divulgación Digital desde: La Fundación Educativa del Caribe. Autopista 30 de Mayo, Santo Domingo, República Dominicana.



UNICARIBE
UNIVERSIDAD DEL CARIBE

Contenido

05

Editorial
Energía: asunto estratégico para el desarrollo de la República Dominicana

08

La energía nuclear ante la actual crisis energética

-
Prof. Dr. Emilio Mínguez Torres

11

El papel del hidrógeno en un futuro sostenible

-
Dr. Alberto Abanades Velasco

13

Electromovilidad: Desafíos para América Latina y el Caribe (ALC)

-
Ing. Ricardo A. Ramírez Mendoza

16

Energía para el desarrollo: cómo financiar los proyectos que necesita la República Dominicana

-
Jorge Besosa, MBA

19

Es el número no la energía: La formación del talento humano en áreas STEM depende de los fundamentos matemáticos aprendidos en la escuela

-
Mag. Enrique Darwin Caraballo

22

Seguridad energética y energías renovables en República Dominicana: una agenda estratégica para el desarrollo

-
Ing. Julián Camilo Peña Bermudez

25

La energía del conocimiento: cooperación académica e innovación para un futuro sostenible

-
Bethy Díaz, Ph.D (c)

28

La energía hecha marca: cómo el marketing aceleró la revolución energética global

-
Patsi Loribel Báez Beltre

30

El consumo energético de los centros de datos convencionales y de Inteligencia Artificial

-
Máximo Caraballo Chichiraldi

34

Página literaria
El contador de la luz

-
Luciano Relé





Editorial

Energía: asunto estratégico para el desarrollo de la República Dominicana

Este segundo número de GPS UNICARIBE está dedicado íntegramente, aunque desde diferentes ángulos, al tema de la energía. Este es uno de los grandes asuntos para la República Dominicana, dado que la política energética condensa con claridad el dilema de los próximos años para alcanzar los niveles de desarrollo deseados. El país vive una coyuntura excepcional. El proyecto Presidencial Meta 2036, que propone duplicar el producto interno bruto en tan solo una década, impulsado por mayores niveles de productividad, sofisticación tecnológica y competitividad internacional, es una muestra de la determinación de la sociedad dominicana de alcanzar muy pronto niveles de prosperidad para gozo de todos los dominicanos. Ahora bien, ninguna economía duplica su capacidad productiva únicamente por voluntad programática o por decreto. Se requiere infraestructura, talento debidamente formado, inversiones ancla y estratégicas, estabilidad institucional y, sobre todo, energía abundante, confiable, limpia y a costos compatibles con las exigencias de quienes eligen producir desde aquí para el mundo.

La energía, en consecuencia, no es un sector más de la agenda pública. Es, en cierta medida una precondition material para potenciar la industria, el transporte moderno, las zonas francas de mayor valor agregado, el turismo competitivo,

la digitalización, la inteligencia artificial, la salud, la educación y los hogares con mejor calidad de vida. Pero la calidad y el precio de la energía sigue siendo una materia pendiente, lo que configura casi una paradoja en la comparación internacional.

A modo de ejemplo y solo para 2024, el Reino Unido logró que las energías renovables aportaran el 50.4% de su generación eléctrica, equivalentes a 143.7 TWh, frente a 31.8% de origen fósil. El viento produjo 29.2% de la electricidad británica, la solar 5% y las fuentes bajas en carbono, sumadas renovables y nuclear, alcanzaron 64.7%. Mientras tanto en la República Dominicana, pese a contar con una irradiación solar media estimada en 5.42 kWh por metro cuadrado al día y una variación estacional moderada, mantuvo en 2024 una matriz eléctrica dominada por combustibles importados, principalmente gas natural 41%, carbón 29% y fuel oil número 6,13%. Es decir, alrededor de 83% de la generación provino de fuentes fósiles, mientras la solar aportó 6%, la hidroeléctrica 6% y la eólica 4%. Datos todos provenientes del Digest of UK Energy Statistics y del Ministerio de Energía y Minas de la República Dominicana disponibles en sus Websites.

La composición actual de la matriz energética del país presenta, por tanto, una enorme oportunidad de convertir las infinitas ventajas naturales del

sol, el viento, la fuerza de las mareas y la biomasa que tiene el país en forma de riqueza no explotada, en una matriz energética suficientemente diversificada, barata y segura para sostener el salto productivo que exige Meta 2036.

Este número de GPS UNICARIBE aborda este desafío desde diversos ángulos para estimular el debate. La seguridad energética aparece como una política de Estado, no como una consigna ambiental. En el análisis sobre renovables y seguridad energética se advierte que, para una isla sin interconexión eléctrica regional y con alta dependencia externa, el sol, el viento, el almacenamiento y la diversificación de la matriz no son adornos verdes, sino instrumentos de soberanía económica. Esta preocupación dialoga directamente con la mirada financiera sobre los proyectos energéticos. No basta con querer más generación. Hay que saber estructurarla, financiarla, garantizar contratos, evaluar riesgos, asegurar promotores responsables y diseñar proyectos bancables, sostenibles y técnicamente robustos. Al mismo tiempo de asegurar transformación de la transmisión y la reducción de pérdidas técnicas y de gestión.

La revista también abre espacio a las tecnologías que obligan a pensar más allá del presente inmediato. Con el privilegio de contar con el Ingeniero nuclear Emilio Mínguez como vicepresidente del Consejo Directivo de UNICARIBE, la energía nuclear, aparece como una alternativa que merece ser estudiada con rigor, no desde el prejuicio ni desde el entusiasmo acrítico, sino desde la necesidad de contar con generación estable, limpia y continua. El hidrógeno, por su parte, se presenta como vector energético con potencial para integrarse a cadenas industriales, procesos de descarbonización, economía circular y usos donde la electrificación directa resulta insuficiente. En este número se tiene el privilegio de contar con el aporte del profesor invitado Ing. Alberto Abanades Velasco, Alumni del CERN y dentro del 2% de los profesionales de la energía más citados por revistas indexadas. La electromovilidad completa este mapa al mostrar que la transición energética no termina en la generación eléctrica, sino que alcanza el transporte, la infraestructura de carga, la regulación, la

formación técnica y la organización de nuevos ecosistemas urbanos y productivos, con los aportes del Rector, Ing. Ricardo Ramírez.

Pero el eje energético sería incompleto si no se reconociera su dimensión humana. En este número, la energía del conocimiento recuerda que ninguna transición se sostiene sin universidades, redes académicas, cooperación internacional, investigación aplicada e innovación. La incorporación de UNICARIBE a espacios como LACCEI expresa precisamente esa vocación de conectar talento, ciencia y desarrollo. En esa misma línea, el artículo sobre matemática, STEM y formación de talento advierte que la energía sin número, sin cálculo, sin medición y sin pensamiento lógico corre el riesgo de convertirse en potencia desaprovechada. El país necesita ingenieros, técnicos, científicos, programadores y ciudadanos capaces de comprender datos, magnitudes, modelos y evidencias.

En este número de GPS UNICARIBE se inaugura, además, el espacio Pensadores jóvenes, concebido para que estudiantes incorporen su voz y sus ideas respecto de los ejes temáticos clave para las sociedades actuales. En esta primera entrega, Patsi Báez, estudiante de UNICARIBE, observa la transición energética desde el marketing y muestra cómo las tecnologías necesitan confianza, relato y aceptación social para convertirse en cambio real. Máximo Caraballo, estudiante invitado de una universidad europea vinculada con UNICARIBE, analiza el consumo energético de los centros de datos y de la inteligencia artificial, recordándonos que la economía digital también descansa sobre cables, servidores, refrigeración y electricidad.

Finalmente, el Espacio literario conserva la convicción de que los grandes debates públicos también requieren imaginación simbólica. En El contador de la luz, Luciano Relé convierte la energía en tiempo, memoria y vida familiar dominicana. Con ello, este número recuerda que la energía no es solamente una cuestión técnica. Es también la forma en que una sociedad organiza su futuro, mide sus posibilidades y decide qué desarrollo está dispuesta a construir.



¡CONSTRUYE TU FUTURO A TRAVÉS DE
NUESTRO CRÉDITO EDUCATIVO!

8% De interés
anual fijo.



FUCECA CREE EN TU FUTURO

¿Tienes el deseo de estudiar, pero no los recursos?

FUCECA te apoya con créditos flexibles y planes de pago cómodos para que inicies o completes tu carrera sin obstáculos.

Financiamiento accesible | Apoyo en todos los niveles educativos | Invierte en tu educación.

Comprometidos con el talento dominicano.

La energía nuclear ante la actual crisis energética



La energía nuclear es la única energía de generación continua que es independiente de las crisis geopolíticas. Es compatible con las energías renovables, compartiendo una matriz energética que respeta el medioambiente al no ser contaminantes, además de reducir la factura eléctrica de empresas y familias. Es una solución viable para la República Dominicana que debe ser tenida en cuenta para los próximos años.



Prof. Dr. Emilio Mínguez Torres

Exrector de UNICARIBE y actual vicepresidente del Consejo de Directores de la universidad. Académico español, doctor ingeniero industrial por la Universidad Politécnica de Madrid, catedrático de Tecnología Nuclear y profesor emérito.

Ha sido director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UPM, vicerrector de esa universidad y presidente de la Sociedad Nuclear Española.

Su trayectoria une liderazgo académico, investigación científica y gestión universitaria internacional.

Situación energética mundial

En varias ocasiones del siglo pasado y en estas dos décadas del actual se han producido crisis energéticas más o menos severas, debido a conflictos internacionales o a crisis financieras, provocando un encarecimiento de los precios de los combustibles fósiles, petróleo y gas sobre todo, desencadenando un incremento de precios en la distribución y producción de productos de consumo, repercutiendo finalmente en las familias y las empresas.

Ante estas crisis, la energía nuclear siempre se ha considerado como la mejor solución, ya que el combustible nuclear no es sensible a las situaciones geopolíticas, permite una garantía de suministro por la diversidad de opciones en el mercado mundial, y no altera la volatilidad de los precios del combustible, ni de la energía producida.

La tensa situación energética mundial en 2026 ha cambiado las reglas del mercado de combustibles fósiles. Los impactos recientes por la crisis en Oriente Medio están provocando interrupciones masivas de suministro con pérdidas de hasta 11 millones de barriles diarios, y con precios del petróleo oscilando entre los 80 y 120 USD/barril.

Las consecuencias de esta actual situación son: alta volatilidad de precios, inflación y poco tiempo para un

replanteamiento de políticas energéticas por los países.

De los datos que normalmente publican organizaciones sobre la energía, como son la Agencia Internacional de la Energía, o la OCDE, entre otras, el sistema energético global hoy es un modelo mixto, en el que coexisten petróleo, gas, carbón, renovables y nuclear, con una conocida tendencia hacia una transición energética libre de emisiones, donde preocupa no solo el clima, sino la seguridad de suministro energético, el coste de la energía y la sostenibilidad del sistema energético. No se descarta que el mundo seguirá dependiendo de los combustibles fósiles, sobre todo del petróleo y el gas, y en menor medida del carbón.

A pesar de la situación mundial, la demanda de energía eléctrica sigue aumentando de forma sostenida, esperando que en 2026 se tenga un crecimiento global del 3,7%, debido principalmente a la digitalización, los centros de datos, la electrificación del transporte y el crecimiento de los dos grandes países China e India.

Para hacer frente a esta demanda actual y a una tendencia creciente a futuro, cada país debe establecer su política energética, con una matriz energética sostenible para llegar a una transición en el que se consideren diversas fuentes no contaminantes.

Las renovables han tenido un importante ascenso a nivel global, y se sitúan como la principal fuente ener-

gética para producir electricidad, a pesar de su intermitencia. Los combustibles fósiles siguen siendo críticos para el transporte y la industria pesada, con un exceso de oferta de petróleo y gas, con las limitaciones de suministro por los conflictos mundiales y su impacto medioambiental.

La energía nuclear es clave para dar estabilidad al sistema, y garantía de suministro, perfectamente compatible y complementaria con las renovables para tener un suministro garantizado las 24 horas durante 365 días y no es contaminante.

La energía nuclear para estabilizar la generación eléctrica

Los países según sus posibilidades deberían pensar en incorporar la energía nuclear en su planificación energética en los próximos seis años, para garantizar el suministro, ser menos dependientes de los combustibles fósiles, no depender en su totalidad de las renovables, aunque se mantenga la complementariedad con ellas y con el almacenamiento por baterías.

El sector eléctrico requiere una energía de base del orden del 40% o superior del consumo global, para garantizar la demanda, y tiene su mejor opción en la tecnología nuclear, como ya se está poniendo de manifiesto de manera bastante generalizada.

Se trata de una tecnología con un desarrollo innovador ofreciendo nuevos diseños donde se prioriza la seguridad. Su aplicabilidad no solo se enfoca en la generación eléctrica, sino que permite otros usos en paralelo como es la producción directa de calor para diversos procesos industriales, en la industria química, en la generación masiva de hidrógeno verde, y para suministro energético de las desaladoras para agua potable.

Los grandes consumidores de energía eléctrica y los grandes centros de datos para IA, buscan lugares para instalarse donde les ofrezcan las mejores condiciones económicas y de garantía de suministro con bajos precios de la energía eléctrica y están apostando por financiar reactores nucleares de potencias menores a 300 MWe.

Las centrales nucleares han sido en el pasado inversiones con altos costes de capital y con largos tiempos de construcción, sobre todo de los reactores de más de 1000 MWe, pero su operación comercial ha sido excelente en general. Para reducir estos costes de capital y tiempo de construcción, existe en proceso de licencia de una nueva generación de centrales nucleares, la de los reactores modulares pequeños (SMR), de hasta 300 MWe de potencia unitaria.

El concepto de reactores modulares se debe a que se cons-

truyen en módulos de potencias menores a 300 MWe en fábricas para ser transportados y ensamblados en el emplazamiento, pudiendo mediante el ensamblaje de varios módulos por reactor dar lugar a una mayor potencia por instalación, según sea la necesidad de demanda. Son reactores con tecnologías conocidas, pero con diseños sencillos, con menor número de componentes y con una menor dependencia eléctrica externa para los sistemas auxiliares, lo cual reduce el coste de inversión y aumenta la seguridad. Algunos diseños no emplean agua como refrigerante, lo que supone un atractivo en países con escasez de recursos hídricos.

El uso eficiente del combustible permite reducir el volumen de residuos radiactivos, mediante periodos entre recargas más largos. En algunos diseños, sobre todo en los Molten Salt Reactors (Reactores de sales fundidas) es posible emplear combustibles usados procedentes de otros reactores, lo que permite eliminar una gran cantidad de elementos radiactivos del combustible nuclear. Los combustibles usados en estos reactores se componen de uranio enriquecido, e incluso el empleo del torio.

Estos reactores tienen una operación continua ya que pueden operar 24 horas durante 365 días, obteniéndose factores de operación anual por encima del 95%, y son altamente flexibles para el seguimiento de la demanda, lo que les hace ser muy compatibles con las energías eólica y solar. Además su vida útil es de 80 años, lo que les hace altamente rentables.

¿Es posible un reactor nuclear en la República Dominicana?

Los reactores nucleares modulares son la solución energética para tener una matriz libre de emisiones, compatibles con la energía solar, la eólica y la hidráulica, y debe ser tomada en cuenta por países de Latinoamérica y el Caribe, como es el caso de la República Dominicana, que depende fuertemente de la importación de gas, petróleo y carbón para su matriz eléctrica, sometida a la volatilidad de precios del mercado y del suministro en situaciones geopolíticas y medioambientales extremas.

Con una planificación adecuada se podría disponer en la República Dominicana de un SMR en un plazo menor de 8 años, para lo cual hay que hacer varias importantes acciones:

- ◆ **Aprobar una Ley Nuclear.**
- ◆ **Crear un Organismo Regulador independiente.**
- ◆ **Disponer de los recursos humanos necesarios para atender eficazmente las diferentes actividades de regulación, operación, mantenimiento e ingeniería.**
- ◆ **Asistencia de asesoramiento de expertos internacionales.**

Desde la Universidad del Caribe (UNICARIBE) se ofrece mi experiencia al país, con más de 45 años enseñando Ingeniería Nuclear, habiendo sido presidente de la Sociedad Nuclear Europea y de la Española, trabajando en proyectos nucleares con empresas de ingeniería, con organismos y universidades internacionales, y con el Organismo Regulador de la Seguridad Nuclear de España.

En la Universidad del Caribe (UNICARIBE), hemos creado un Diplomado en Ciencia y Tecnología Nuclear abierto a físicos, ingenieros, químicos y personal de empresas eléctricas y personas de la sociedad civil, para que se formen en los aspectos fundamentales del sector nuclear orientados a la generación eléctrica. Este Diplomado de 60 horas tiene un programa que será impartido por expertos nacionales e internacionales.

Existe también un Especialista en Protección Radiológica aprobado por el MESCYT de un año. Y tenemos la capacidad para ofrecer una Maestría en Ingeniería Nuclear con expertos internacionales bajo el modelo oficial de la Universidad Politécnica de Madrid, del que fui creador inicial.

Con esta capacitación inicial, y con acuerdos con las centrales nucleares y empresas de ingeniería españolas que están trabajando en proyectos SMR, en un período de 4-5 años es posible disponer de tener una primera generación de jóvenes altamente cualificados. De esta forma, se diversifica la matriz energética del país y se pueden abordar posibles crisis energéticas, asegurando el suministro eléctrico, reduciendo apagones, y con facturas de la energía generada más económicas.

El papel del hidrógeno en un futuro sostenible



Dr. Alberto Abanades Velasco

Profesor invitado. Dr. Ingeniero Industrial, e ingeniero industrial con especialidad Técnicas Energéticas por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Madrid.

Catedrático de Universidad del Departamento de Ingeniería Energética de la E.T.S.I.I.-UPM. Director del Departamento de Ingeniería Energética de la UPM desde 2022. Alumni del CERN (Ginebra), Institute for Advance Sustainability Studies (IASS), en colaboración con el premio Nobel Prof. Carlo Rubbia. Promotor de la Comunidad del Hidrógeno y Pilas de Combustible de la UPM, y representante de la UPM en Hydrogen Europe Research. Premio a la carrera de investigación consolidada en la UPM en el año 2023. Se encuentra entre el 2% de investigadores más citados e influyentes del mundo en Energía por la Universidad de Stanford.

El hidrógeno es uno de los elementos más abundantes del Universo, siendo el componente fundamental de las estrellas, y uno de los elementos más abundantes en la corteza terrestre, estando presente en la materia orgánica y en el agua. Por tanto, tiene una de las características más apreciadas de cualquier recurso, su abundancia. No obstante, el hidrógeno no se encuentra habitualmente aislado en nuestro entorno, sino que hay que extraerlo de esos compuestos: hidrocarburos fósiles y biogénicos, o el agua.

Los procesos de obtención de hidrógeno se iniciaron durante el siglo XIX, llegando a estimarse que en 1900 ya se tenían en torno a 400 electrolizadores alcalinos a nivel industrial. El hidrógeno de origen electrolítico fue una de las consecuencias del desarrollo de tecnologías electroquímicas derivados de la aparición de la pila de Volta en 1800. En el siglo XIX también, y al mismo tiempo, se empezaron a implantar procesos de gasificación de carbón en el marco de la Revolución Industrial en Gran Bretaña, produciendo el llamado gas de carbón (con una fracción de H₂ en torno al 50%) que aplicó, por ejemplo, para la iluminación de las calles de Londres desde 1807. No obstante, en la actualidad el proceso de generación de hidrógeno dominante se basa en el reformado de gas natural, que empezó su desarrollo en torno a 1930 tras la patente de Carl Bosch del reformador catalítico para la generación de gas de síntesis (CO + H₂). Estos procesos han sido los precursores de otras tecnologías aplicadas a la obtención de hidrógeno de compuestos biogénicos (Biomasa, residuos orgánicos y otros), o compuestos plásticos.

Se puede decir que las tecnologías de generación de hidrógeno están disponibles, aunque limitadas a su aplicación a gran escala en la industria química (por ejemplo, para producción de fertilizantes) y petroquímica, al ser el hidrógeno un elemento fundamental para producir moléculas como el amoníaco o elaborar productos tales como gasolina o gasoil adaptados a la demanda. En ese contexto se han impuesto las tecnologías de reformado de gas natural por motivos de coste, economía de escala, acceso a recursos primarios y su capacidad de integración industrial.

En el campo energético, salvo las primeras aplicaciones al comienzo de la revolución industrial, el uso del hidrógeno no se ha extendido salvo para nichos concretos, como sería el combustible para cohetes orbitales. De tanto en tanto, los grandes retos y crisis energéticas han llevado la mirada hacia el hidrógeno como una de las posibles alternativas en casa caso. La crisis del petróleo provocada por la Guerra del Yom Kipur entre Egipto e Israel en 1973, puso en evidencia las tensiones económicas y sociales provocadas por la dependencia del petróleo, lo que activó un desarrollo acelerado de otras alternativas, como las fuentes de energía renovables, por ejemplo, la solar térmica de concentración. Esa circunstancia también llevó a considerar el hidrógeno como vector energético que puede sustituir a los derivados del petróleo en movilidad. En ese momento surgieron conceptos como la economía del hidrógeno, o del metanol, aunque no se logró desarrollar completamente un ecosistema que extendiera el ciclo del hidrógeno de forma que se logrará la sustitución de los derivados del petróleo en el sector transporte. En todo caso, supuso un pistoletazo de salida para el desarrollo

detecnologíastermoquímicasyelectroquímicasdelhidrógeno.

La llegada de la crisis climática y la preocupación por las emisiones de gases de efecto invernadero, que tiene su referencia en los acuerdos alcanzados en el protocolo de Kyoto aprobado en 1997, introdujo la necesidad de un cambio sistémico en las formas del uso de la energía. Esta situación crítica afecta el desarrollo del sector energético en su conjunto, incrementando la necesidad de electrificación, y reducción drástica de procesos de combustión de recursos fósiles con el reto de incrementar el desarrollo socio-económico de la Sociedad. Esa transición está en marcha actualmente y es un proceso que va a llevar una o dos generaciones.

En esta nueva ola de cambio, el hidrógeno ha vuelto de nuevo a la palestra como vector energético que pueda ser capaz de sustituir a los recursos fósiles en aquellos lugares en los que la electrificación sea muy compleja, o inabordable. Según algunos organismos internacionales, se estima que algo más del 10% de la energía final consumida en el mundo pueda derivarse del uso de hidrógeno. Eso implica que el hidrógeno ha de saltar de su uso acotado a una serie de entornos industriales hacia un uso generalizado. El ciclo del hidrógeno necesitaría en ese caso la implantación de mecanismos de generación, transporte, almacenamiento, distribución y uso a gran escala y en muchos campos de la actividad socioeconómica. Y esa es una parte del reto fundamental del hidrógeno en estos momentos: lograr lo que no se ha podido hacer hasta ahora. Salir del nicho industrial localizado, y ser capaz de penetrar en el tejido productivo a nivel general. Para ello, ha de ser capaz de convertirse en un verdadero vector energético que cumpla con los requisitos de sostenibilidad: bajo en emisiones de gases de efecto invernadero, económicamente viable y socialmente aceptable.

El desarrollo de una cadena de valor del hidrógeno completa y coherente es clave para lograr el objetivo de contribuir a la transición energética. La capacidad de cada etapa debe estar en armonía con las demás.

Estos componentes de la cadena —generación, transporte, distribución y utilización— deben poder conectarse adecuadamente entre sí, no solo desde el punto de vista tecnológico, sino también en cuanto a la estructura del mercado, la regulación y los estándares. No tendrá sentido producir grandes cantidades de hidrógeno en una forma determinada mediante diversas alternativas tecnológicas si el mercado no está lo suficientemente desarrollado para consumir dicha cantidad, no sé produce en consonancia con los recursos disponibles en cada región o país, o no atiende a la realidad socioeconómica en cada caso.

Un sistema complejo, como el de generación, distribución y utilización de energía, así como el objetivo de descarbonización, implica una profunda integración de todos los sistemas en una economía circular y requerirá una gran capacidad de adaptación para todas las tecnologías que se implementen. Una rápida implementación de la tecnología en la sociedad puede llevar a la concentración de todos los esfuerzos en las tecnologías más maduras, lo que bloquea el desarrollo de otras alternativas que podrían ser aplicables a largo plazo. Por ejemplo, en lo que respecta a la generación de hidrógeno, la mayoría de los esfuerzos comerciales se centran en el despliegue de la electrólisis del agua como la técnica dominante en el futuro para la producción de hidrógeno descarbonizado a gran escala. En el extremo opuesto de la cadena de valor del hidrógeno, las pilas de combustible parecen ser la tecnología dominante para su utilización. Ambas tecnologías son sin duda válidas y están alcanzando un nivel de madurez tecnológica que las ha convertido en opciones prometedoras para la primera implementación a gran escala de una economía de hidrógeno descarbonizada. No obstante, se corre el riesgo de simplificar exageradamente las tecnologías que se consideran en el sistema pensando que una solución simple puede resolver las necesidades de un sistema muy complejo. Por ejemplo, un país con un problema de gestión de residuos sólidos urbanos u agrícolas puede integrar procesos de generación de hidrógeno para gestionar esos residuos, reduciendo su impacto ambiental y aportando una valorización energética y material de ese problema ambiental. También se puede generar un gas combustible limpio de origen biogénico con alto contenido en H₂ para su uso en sistemas térmicos que cubran necesidades en la industria agroalimentaria.

Se requiere que el hidrógeno contribuya a alcanzar la sostenibilidad, integrado en un sistema con otros elementos, como las fuentes renovables y la economía circular. Si bien su impacto práctico en nuestra sociedad es limitado actualmente, existen grandes expectativas y esperanzas puestas en él. Como sociedad, debemos convertir esas expectativas y esperanzas en realidad, identificando las debilidades y los riesgos de este. El hidrógeno posee numerosas ventajas e implica muchas oportunidades para combatir el calentamiento global, posibilitando la transición energética. Estoy convencido de que el hidrógeno tiene un lugar en el futuro, ya sea en su estado puro o como compuesto hidrogenado, como en la naturaleza (no olvidemos que es muy raro encontrar moléculas de hidrógeno en la Tierra). Tenemos tiempo para superar las debilidades y los riesgos y cumplir con las expectativas de esta segunda ola del hidrógeno. La ciencia tiene el poder de transformar y convertir la esperanza del desarrollo de una sociedad del hidrógeno en una realidad social integrada en una sociedad compleja y global.

Electromovilidad: Desafíos para América Latina y el Caribe (ALC)



Ing. Ricardo A. Ramírez Mendoza

Rector de UNICARIBE para el período 2025–2027.

Ingeniero mecánico electricista por el Tecnológico de Monterrey, con maestría en Ingeniería de Control.

Doctorado vinculado al Institut National Polytechnique de Grenoble, Francia, y la Universidad de Karlsruhe, Alemania. Su perfil integra investigación, innovación, sostenibilidad y gestión universitaria.

Con énfasis en internacionalización, ciencia aplicada y transformación institucional.

Introducción

El transporte es uno de los sectores que más contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a nivel mundial. En la Unión Europea representa alrededor del 30% del total, pero en América Latina y el Caribe (ALC) esa cifra llega al 37,7%, un dato que, obliga a preguntarse si la región está actuando con la urgencia que el problema exige..

El impacto del transporte motorizado no se limita al cambio climático. La OMS ha documentado de forma sistemática que las emisiones de combustión interna, particularmente las partículas finas menores a 10 micrones (PM10) son fuente directa de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cáncer. El informe mundial de calidad del aire registra que ciudades como Lima, Itagüí y Ciudad de México superan con frecuencia los umbrales considerados seguros, lo que convierte la exposición crónica en un riesgo de salud pública de primer orden. La transición hacia la movilidad eléctrica responde a la reducción de emisiones y a una intervención sanitaria.

Aunque tardó más de un siglo, el transporte eléctrico finalmente cruzó el umbral tecnológico que lo mantuvo como promesa sin cumplir. Factores como el aumento del uso de baterías de estado sólido con mayor densidad energética, menores tiempos de carga y, sobre todo, precios que por fin hacen viable la adopción masiva.

Ahora bien, electrificar el transporte no equivale automáticamente a descarbonizarlo. En países donde la red eléctrica sigue dependiendo del carbón o el gas, un vehículo eléctrico sim-

plemente traslada las emisiones de la calle a la central de generación. La clave está en la matriz energética: donde predominan las renovables (solar, eólica, hidroeléctrica, entre otras) los beneficios son reales y medibles. Donde no, el avance es más matizado. Para ALC, entonces, la movilidad eléctrica y la descarbonización de la red son apuestas que deben avanzar en paralelo y de manera articulada.

Todo esto encaja con el ODS 13 de la Agenda 2030, que exige acción urgente frente al cambio climático. El sector transporte no puede quedar al margen de esa transición y difícilmente lo hará, dado el ritmo al que evoluciona la tecnología.

Desafíos para ALC

Transformar el parque vehicular de una región tan heterogénea como ALC no es tarea sencilla. La industria del transporte tradicional lleva décadas consolidada, y la entrada de los vehículos eléctricos no puede ser simplemente una sustitución de productos: requiere que todo un ecosistema funcione al mismo tiempo.

La Agencia Internacional de Energía Renovable (AIER) identifica cuatro condiciones que deben cumplirse de forma simultánea: electrificar los vehículos, instalar suficiente infraestructura de carga (las llamadas electroli-neras), descarbonizar la generación eléctrica y lograr que los vehículos se integren de manera inteligente a la red. Cualquiera de estos cuatro pilares que falle frena a los demás.

A eso se suman desafíos más concretos. La estandarización de conectores y protocolos sigue siendo un problema real: un conductor que viaja

entre países puede encontrarse con que su cargador no es compatible. La confiabilidad de la infraestructura de carga, cuántas estaciones funcionan efectivamente cuando se las necesita genera desconfianza entre los potenciales compradores. Y el precio de entrada, especialmente para operadores de transporte público que no pueden asumir compras directas de flota completa, sigue siendo una barrera concreta.

Varios países de la región han respondido con medidas puntuales como la instalación de estaciones de carga gratuitas durante el primer año, exenciones de impuestos vehiculares, depreciación acelerada para empresas e integración de buses eléctricos en flotas urbanas. También, han aparecido modelos de leasing que permiten acceder a un vehículo eléctrico sin absorber el costo total desde el día uno, una solución especialmente relevante para municipios y operadores con presupuesto limitado.

Un tema que suele quedar fuera del debate, pero es igualmente crítico es la formación de técnicos especializados. Mantener y reparar un vehículo eléctrico es un trabajo distinto al de un mecánico tradicional, y la región no tiene aún suficiente personal capacitado para sostener una flota eléctrica a escala.

Hoja de ruta para la electromovilidad en ALC

No existe una fórmula única. Cada país tiene su propia matriz energética, su infraestructura vial, sus capacidades institucionales y sus condiciones de mercado. Pero hay cinco dimensiones que, en mayor o menor medida, todos deberán atender.

Educación y capacitación. El ecosistema de electromovilidad necesita talento humano que hoy escasea. No solo ingenieros de producto, también técnicos de mantenimiento, gestores de flota, especialistas en sistemas de carga. Las universidades tienen un rol central aquí. Conocer los protocolos de carga (CHAdEMO, CCS, el estándar Tesla) ya no es opcional para quien trabaje con flotas eléctricas. Tampoco lo es entender cómo funciona un sistema de gestión de batería o por qué el frenado regenerativo afecta la autonomía real del vehículo. Pero quizás lo más difícil de enseñar no es nada de eso: es la capacidad de trabajar con ingenieros, urbanistas y operadores de transporte que hablan lenguajes completamente distintos y llegar igualmente a una solución. De este problema surge la necesidad de formar en las (comunicación, análisis crítico, colaboración y creatividad) son una parte crítica del perfil profesional.

Las tecnologías 4.0 también entran en juego. Soluciones de IoT e inteligencia artificial permiten optimizar el uso de energía en puntos de carga, anticipar fallas y gestionar la demanda de forma eficiente. Preparar talento para eso no es opcional. Seguridad vial. El vehículo eléctrico introduce riesgos nuevos que las normativas actuales no contemplan del todo. Los incendios de baterías de litio, por ejemplo, requieren protocolos de extinción distintos a los convencionales. Las estaciones de carga rápida en autopistas necesitan condiciones de operación segura bajo distintas circunstancias.

Actualizar los marcos normativos de seguridad vial y de respuesta a emergencias no es burocracia: es una condición para que la electromovilidad escale sin accidentes graves.

Infraestructura de carga. Una red de carga pública confiable es, probablemente, el factor que más influye en la decisión de compra. No alcanza con instalar estaciones en las ciudades capitales: los corredores de carga deben cubrir rutas interurbanas con estaciones de carga rápida que permitan a múltiples conductores recargar en minutos. A nivel local, las soluciones residenciales, municipales y empresariales deben desarrollarse a través de alianzas público-privadas con esquemas que funcionen en contextos de muy distinta densidad urbana.

Transporte público y descentralización. La electrificación del transporte privado no puede ser la única meta. Los buses eléctricos en sistemas de transporte masivo tienen un impacto potencial mucho mayor en términos de emisiones y salud pública. Lo mismo aplica a vehículos gubernamentales como patrullas, flotas municipales y transporte escolar. Avanzar en esto requiere financiamiento y planificación de la infraestructura vial por donde circularán esas nuevas flotas.

Regulación. Sin un marco normativo claro, los demás esfuerzos pierden tracción. Los países de ALC necesitan revisar y actualizar su regulación: incentivos a la compra, estándares de seguridad, lineamientos para el uso de instalaciones de carga, protocolos ante incidentes. Mirar lo que han hecho otras regiones y países como Europa, China, algunos estados de EE.UU. Aprender de experiencias externas permite entender que funciona y qué no antes de legislar.

Conclusiones

La electromovilidad en ALC es una transición que ya comenzó, aunque de forma desigual entre países y ciudades. La caída sostenida en el costo de las baterías, combinada con el avance tecnológico y la presión regulatoria global, crean las condiciones para la descarbonización de su flota vehicular, sin embargo, cada país marca la ruta para determinar a qué velocidad y bajo qué condiciones lo hará.

Los gobiernos que esperen a que el mercado resuelva solo van a llegar tarde. Se necesita política pública activa: incentivos bien calibrados, inversión en infraestructura de carga, regulación que dé certeza a los inversores y acuerdos entre los sectores de transporte y energía, que hoy en muchos países operan sin coordinación real.

Y las universidades no pueden quedarse al margen. Formar el talento que va a sostener este ecosistema (técnicos, ingenieros, gestores) es una tarea que debe empezar ahora, no cuando la demanda ya desbordó la oferta disponible. La electromovilidad es una oportunidad. Aprovecharla depende, en buena medida, de las decisiones que se tomen en los próximos años.

Referencias

- ◆ Curiel-Ramirez, L. A., Bautista-Montesano, R., Galluzzi, R., Izquierdo-Reyes, J., Ramírez-Mendoza, R. A., & Bustamante-Bello, R. (2022). Smart Automotive E-Mobility—A Proposal for a New Curricula for Engineering Education. *Education Sciences*, 12(5), 316. <https://doi.org/10.3390/educsci12050316>
- ◆ IQAir. (2026). Informe Mundial de Calidad del Aire. In IQAir.
- ◆ Ramirez-Mendoza R-A. et al (2020). Electromovilidad Inteligente. *Revista Tesla*. Pp. 36-39. Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid (COIIM) y de la Asociación de Ingenieros Industriales de Madrid (AIIM). Universidad Politécnica de Madrid, España.

Energía para el desarrollo: cómo financiar los proyectos que necesita la República Dominicana

Pensar la energía es pensar el futuro productivo de un país. Ninguna economía puede crecer de manera sostenida sin una oferta energética suficiente, confiable, competitiva y ambientalmente responsable. En el caso de la República Dominicana, donde la demanda eléctrica acompaña el crecimiento urbano, industrial, turístico y tecnológico, los proyectos de generación de energía, tanto tradicional como renovable, ocupan un lugar central en la agenda nacional de desarrollo.



Jorge Besosa, MBA

Presidente del Consejo de UNICARIBE,
Experto en finanzas con más de 40 años de
experiencia en el negocio bancario.

Durante cerca de 45 años trabajé en el sector bancario y tuve la oportunidad de participar en prácticamente todas sus áreas; entre otras, banca de personas, banca comercial y corporativa, corresponsalía bancaria, relaciones con gobiernos, manejo de efectivo, desarrollo de sucursales, operaciones de intercambio de pagos y divisas, créditos, recuperaciones, reestructuraciones y procesos complejos de financiamiento. Sin embargo, el área en la que tuve mayor involucramiento fue el otorgamiento de crédito. Participé en numerosos comités donde se evaluaban solicitudes, se aprobaban o rechazaban financiamientos y se analizaban las condiciones necesarias para mantener carteras sanas, productivas y sostenibles.

Desde esa experiencia, una de las áreas que más interés ha despertado en años recientes en la República Dominicana es el financiamiento de proyectos energéticos. Estos pueden estar vinculados a fuentes tradicionales, como gas natural, ciclo combinado, plantas térmicas o fuel oil, o a fuentes renovables, como energía solar, eólica, biomasa, hidroeléctrica y almacenamiento en baterías. El crecimiento de este tipo de iniciativas ha llevado a las instituciones financieras a actuar con especial prudencia. Se trata de proyectos de gran magnitud, técnicamente complejos, con largos plazos de maduración y con riesgos significativos si no son adecuadamente estructurados.

El primer elemento que observa una entidad financiera es quién promueve el proyecto. No basta con tener una idea atractiva ni con identificar una oportunidad de mercado. El banco debe evaluar si el promotor tiene experiencia previa, conocimiento técnico, capacidad gerencial y solidez financiera para enfrentar tanto el costo previsto como los imprevistos que inevitablemente pueden surgir. En proyectos de esta naturaleza, usualmente participan empresas de gran tamaño, con trayectoria en generación eléctrica, proyectos anteriores exitosos y capital suficiente para respaldar la iniciativa.

Un segundo aspecto fundamental es la existencia de un contrato de compra de energía, conocido como PPA por sus siglas en inglés, Power Purchase Agreement. Este contrato permite asegurar que la energía producida será adquirida por un comprador determinado, normalmente durante un plazo largo. En la República Dominicana, estos acuerdos suelen involucrar a las empresas distribuidoras, como EdeNorte, EdeSur y EdeEste, o a otros compradores calificados. Para los bancos, el PPA es una pieza clave porque ofrece previsibilidad de ingresos y permite estimar la viabilidad financiera del proyecto. En muchos casos, las entidades financieras solicitan que estos contratos sean cedidos como garantía. De esa manera, si el promotor incumple o abandona el proyecto, los bancos pueden procurar la sustitución por otro operador calificado que permita continuar su ejecución.

La evaluación del flujo de caja esperado es otro punto decisivo. El proyecto debe generar ingresos suficientes para cubrir sus costos operativos, cumplir con el servicio de la deuda y producir una rentabilidad razonable para los inversionistas. Por eso se analiza si el PPA contempla precios fijos, mecanismos de ajuste por inflación u otras fórmulas que permitan proteger los ingresos frente a cambios en los costos. La cobertura mínima del servicio de la deuda es una cláusula esencial en este tipo de financiamientos. Si los ingresos no alcanzan los niveles requeridos, los promotores suelen quedar obligados a cubrir las deficiencias con aportes propios o garantías adicionales.

El presupuesto de construcción también representa un riesgo importante. Los proyectos energéticos requieren obras, equipos, permisos, contratistas, cronogramas y procesos de instalación que pueden verse afectados por retrasos, sobrecostos, problemas técnicos o dificultades regulatorias. Un retraso en la entrada en operación puede alterar completamente las proyecciones financieras. Por esa razón, los bancos evalúan con cuidado el presupuesto, el cronograma, las garantías de cumplimiento, la experiencia del constructor y los mecanismos previstos para responder ante desviaciones. Los plazos de financiamiento suelen ser largos. En muchos casos pueden alcanzar los 15 años, incluyendo períodos de gracia durante la etapa de construcción. En financiamientos internacionales es frecuente encontrar estructuras tipo mini-perm, con plazos iniciales de cinco a siete años y un pago final significativo que luego se refinancia. Este modelo requiere que el proyecto alcance rápidamente una etapa operativa estable, con ingresos verificables y capacidad de refinanciamiento.

Los contratos financieros incluyen condiciones muy estrictas. Entre ellas se encuentran relaciones mínimas de deuda y capital, límites de apalancamiento, restricciones al pago de dividendos, obligaciones de aportes adicionales de los accionistas y cuentas de reserva destinadas a cubrir varios meses del servicio de la deuda. Estas cuentas suelen estar pignoras a favor de los bancos. También se exigen garantías sobre los activos muebles e inmuebles del proyecto, cesión de contratos materiales, endoso de pólizas de seguro, garantías de construcción, seguros de todo riesgo, seguros de propiedad e interrupción de negocio, permisos, licencias, arrendamientos y garantías de terminación otorgadas por los promotores. La ubicación del proyecto es otro factor determinante. Si se trata de generación eólica, el terreno debe contar con condiciones de viento adecuadas en velocidad, estabilidad y continuidad. Si es solar, debe asegurar niveles suficientes de radiación durante el año. Si es un proyecto a gas, debe estar próximo a fuentes de suministro, infraestructura de transporte o canales de distribución apropiados. También se analiza si la propiedad donde se desarrollará el proyecto está debidamente adquirida o arrendada por un plazo compatible con la duración del financiamiento. A ello se suman riesgos climáti-

cos, ambientales, de suelo, acceso, conectividad y transmisión eléctrica.

La tecnología seleccionada merece una evaluación particular. Los bancos prefieren tecnologías probadas, con historial operativo verificable, vida útil razonable, disponibilidad de repuestos y garantías de fabricantes reconocidos. Una tecnología experimental puede ofrecer ventajas futuras, pero aumenta el riesgo del proyecto. El análisis técnico debe responder algunas preguntas concretas. A modo de ejemplo, qué tan confiable es la tecnología, cuál es su eficiencia esperada, qué costos de mantenimiento implica, qué riesgos operativos presenta y cómo puede afectar los compromisos de producción asumidos con el comprador de energía.

Por esa razón, en cada proyecto se suele requerir la opinión de consultores independientes. Estos expertos evalúan la factibilidad técnica y financiera, los flujos proyectados, la tecnología, la capacidad de los contratistas, los costos, los plazos, la empresa responsable de la operación y mantenimiento, y la razonabilidad general del modelo de negocio. Aunque el costo de estos estudios normalmente lo cubren los promotores, sus conclusiones también les sirven a ellos para mejorar la estructura del proyecto y anticipar riesgos.

El análisis bancario de un proyecto energético no es inmediato. Requiere investigación, negociación, revisión legal, evaluación técnica, análisis financiero y presentación ante comités internos y juntas de aprobación. Puede tomar varios meses, especialmente cuando intervienen múltiples instituciones. En operaciones de gran tamaño es común la participación de un club de bancos, con uno o dos líderes estructuradores que coordinan el proceso. Esta complejidad explica por qué muchos financiamientos pueden tardar alrededor de seis meses en aprobarse y desembolsarse.

Sin embargo, sin el apoyo del sistema financiero, sería muy difícil que los proyectos energéticos se hayan multiplicado en el mundo durante las últimas décadas. La banca no solo aporta recursos. También impone disciplina, exige transparencia, ordena riesgos, verifica contratos, obliga a una adecuada planificación y contribuye a que los proyectos sean sostenibles en el tiempo.

Para la República Dominicana, esta discusión tiene una importancia estratégica. La energía no es un sector aislado. Es una condición básica para la competitividad, la inversión, la industrialización, el turismo, la digitalización, la educación y la calidad de vida. Financiar bien los proyectos energéticos significa reducir riesgos, atraer capital, proteger a los usuarios y construir una matriz más segura, eficiente y diversificada.

El país necesita energía, pero no cualquier energía ni a cualquier costo. Necesita proyectos bien diseñados, promotores responsables, contratos robustos, tecnologías confiables, financiamiento prudente y una visión de largo plazo. En ese equilibrio entre ambición y rigor se juega una parte importante del futuro energético dominicano.

FORO QS REPÚBLICA DOMINICANA

EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL ESCENARIO GLOBAL



Invitados especiales:



Nicolás Elton

QS Regional Director for LATAM and the Caribbean



Leigh Kamolins

Vicepresidente de Evaluación e Insights de QS
World University Rankings.



Nilly Castaño

QS Senior Consultant, Sector Intelligence

Es el número no la energía



Mag. Enrique Darwin Caraballo

Miembro del Consejo de Directores de UNICARIBE, especialista en políticas públicas, educación y desarrollo institucional.

Prometeo, el titán, fue expuesto a uno de los tormentos más crueles, cuando Zeus ordenó su condena diaria a sentir devorar su hígado por un águila de garras afiladas y pico pronunciado mientras, encadenado a una roca, veía como ese mismo hígado se regeneraba cada noche. Esquilo afirma que este terrible castigo fue consecuencia de la osadía cometida por el famoso titán, cuando decidió entregar a los hombres la fuente por excelencia de energía en forma de fuego, con el propósito de reducir así la brecha que los separaba de los dioses.

Me permito, parcialmente, disentir. Es cierto que Prometeo entregó la fuente primaria de energía a la humanidad, pero ésta, sin control, carece de toda utilidad y más bien se convierte en un poder de alto riesgo. La razón de fondo por la que Zeus propinó semejante castigo a Prometeo tiene mucho más que ver con la entrega del Número a la humanidad que por el fuego mismo.

Sin lugar a dudas, la revelación que Prometeo entrega a la humanidad al ofrendarle también el cálculo, la medición, la modelización de la realidad y la interpretación de los datos constituye un acto mucho más subversivo que la entrega de la energía misma.

Recordé estos pasajes tan escalofriantes como alegóricos de la mitología griega al asistir al debate nacional por la formación en ingenierías y energías en la República Dominicana ante los desafíos de duplicar el PIB en menos de una década que se propone el Programa Presidencial Meta 2036.

La República Dominicana tiene muy

claro que, para atraer inversiones intensivas en tecnología, integrarse a cadenas productivas más sofisticadas, desarrollar zonas francas de mayor valor agregado debe ofrecer calidad energética, entendida ésta en tanto disponible, abundante, de bajo costo y amigable con el medio ambiente y talento humano también de calidad en las áreas STEM.

Cabe preguntarse entonces ¿cómo se están formando los ingenieros y expertos en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas en la República Dominicana? Incluso un paso antes, ¿cuántos estudiantes dominicanos están adquiriendo hoy la base matemática necesaria para desempeñarse en áreas STEM para habilitar esa transformación productiva? En este sentido los resultados de las pruebas internacionales y nacionales aplicados a nivel de niños de 15 años de edad escolarizados no son alentadores.

Los resultados de la última prueba PISA disponible, correspondiente a 2022, identifica que solamente 21,319 estudiantes entre los 15 y 16 años de edad (7.04% de la cohorte poblacional) son capaces de superar el umbral mínimo de suficiencia en matemáticas, Es decir, que menos de 1 de cada 10 estudiantes en ese rango de edades es capaz de usar la matemática en situaciones simples de la vida real, reconocer representaciones matemáticas de un problema sencillo, comparar alternativas, convertir magnitudes o precios, extraer información básica y aplicar estrategias simples de resolución. Todas competencias consideradas imprescindibles para participar plenamente en la sociedad actual.

Téngase en cuenta que superar ligeramente este umbral no significa excelencia matemática, ni mucho menos preparación plena para carreras STEM exigentes en cálculo y lenguajes matemáticos básicos. Aunque si es altamente probable, que este sea el conjunto que contribuirá al universo desde el cual algunos pocos serán capaces de convertirse en ingenieros y tecnólogos.

Este dato adquiere particular relevancia a la luz del análisis comparado. En la siguiente tabla se observa una selección de países con su correspondiente desempeño en las pruebas de matemáticas en PISA según proporción de estudiantes

capaz de superar el nivel 2 (mínimo de suficiencia) y de excelencia matemática. Conforman esta tabla Singapur, que lidera el ranking en la disciplina, y una serie de países de la región que por su escala compiten directamente con República Dominicana en la atracción de inversiones en la industria de semiconductores, minería, tecnología, foodtech, entre otras, en las cuales la formación en STEM cumple un rol protagónico.

Desempeño en matemática, PISA 2022

País	Estudiantes en Nivel 2 o superior	Estudiantes en Nivel 6 de excelencia matemática
Singapur	92.0 por ciento	18.6 por ciento
Uruguay	43.6 por ciento	0.1 por ciento
Costa Rica	28.2 por ciento	0.0 por ciento
Paraguay	14.6 por ciento	0.0 por ciento
El Salvador	10.7 por ciento	0.0 por ciento
República Dominicana	7.6 por ciento	0.0 por ciento

Fuente: OCDE, PISA 2022, matemática, Tabla I.B1.3.1.

La brecha que se advierte entre los países de la región respecto al liderazgo global, por su magnitud, no deja de sorprender. Singapur coloca 92% de estudiantes por encima del nivel 2 de suficiencia, mientras que República Dominicana ubica la misma cantidad de estudiantes, pero por debajo de ese nivel. Ningún país de la región, ni siquiera Chile que lidera en la disciplina (44.2%) logra colocar a 1 de cada 2 en el nivel mínimo de suficiencia. Y sorprende, aún más, que mientras en Singapur casi 1 de cada 5 alumnos logra el nivel de excelencia, en Latinoamérica, solo Uruguay de la lista seleccionada ubica a 1 de cada 1000 estudiantes en el rango superior.

Recientemente el MESCyT anunció que espera entregar el 70% de las becas anuales para estudios de grado y posgrado a carreras STEM. Es decir, unas 5,600 becas. Con este dato se abren al menos 3 preguntas sin ánimo de ser retóricas:

- a) **¿Será capaz el MESCyT de cubrir todas esas becas?; es decir ¿habrá demanda por estas opciones profesionales con tantas deficiencias en la formación inicial y de base de estas orientaciones?**
- b) **¿Será que se flexibilizan tanto los requisitos para esti-**

mular estas ofertas educativas que se reclute y financie talento que no se busca?

c) ¿Es posible que el país se plantee metas de crecimientos en la productividad de su industria y economía con esta realidad estructural?

El riesgo para la República Dominicana consiste en asumir que la competitividad puede sostenerse indefinidamente sobre ventajas de ubicación, costos relativos o regímenes especiales. Esas ventajas ayudan, pero no sustituyen la base educativa. La diferencia entre atraer inversión y capturar desarrollo depende en buena medida de la capacidad del país para convertir esa inversión en empleo cualificado, proveedores locales, innovación, aprendizaje institucional y movilidad social. Cuando la base matemática es débil, la inversión en industrias complejas puede llegar, pero una porción significativa del conocimiento crítico y del consecuente desarrollo se quedará fuera del país, o bien se importará en forma de inmigración o de trabajo remoto.

La apuesta firme y acertada de las autoridades dominicanas por promover la formación STEM se chocará en el mediano

plazo con las debilidades estructurales en la formación de las zapatas de estos profesionales.

En consecuencia, parece imprescindible e impostergable promover una política deliberada de formación matemática vinculada a los desafíos productivos del país. No se trata de convertir a cada estudiante en ingeniero, ni de reducir la educación a las necesidades inmediatas del mercado. Pero sí se trata de reconocer que la ciudadanía contemporánea necesita comprender datos, magnitudes, probabilidades, proporciones, relaciones, patrones y cotejar evidencias. Esa necesidad es democrática y productiva al mismo tiempo.

El país necesita asegurar la educación primaria el dominio efectivo del manejo numérico, de las operaciones básicas de la aritmética, comprender las fracciones, el sentido de la proporcionalidad, la geometría elemental, las capacidades de medición e interpretación de datos, y la resolución de problemas en el nivel primario. Lamentablemente, a juzgar por los resultados de las sucesivas pruebas diagnósticas que aplica el MINERD, esto sigue sin ocurrir. En efecto, en el tercer grado de la educación primaria menos de 1 de cada 4 logra ubicarse en el nivel mínimo satisfactorio (IDEC, 2026); y apenas el 7.4% de los alumnos que cursa el sexto grado de la primaria alcanza ese nivel de suficiencia (MINERD, 2025).

Para ello es necesario fortalecer la formación docente en matemática, acompañar mejor la práctica pedagógica, usar las

evaluaciones diagnósticas para intervenir a tiempo y construir materiales que conecten la matemática con problemas reales de forma de despertar el interés y el gusto por aprender a partir de números. Energía, agua, transporte, clima, agricultura, salud y economía doméstica ofrecen contextos concretos para que los estudiantes descubran que la matemática no es un castigo escolar, sino una herramienta para entender el mundo.

El país tiene una oportunidad. La expansión energética, la transición hacia fuentes más limpias, la digitalización de redes y el crecimiento de sectores productivos intensivos en tecnología pueden convertirse en una plataforma de desarrollo. Pero esa oportunidad no se realizará plenamente si el manejo mínimo y el gusto (también el perder el miedo) por la matemática no comienza en la escuela.

En el debate dominicano por la productividad, las industrias que atraer y la energía que proveer, la pregunta de fondo no debe ser únicamente que profesiones necesita la economía dominicana. También es preciso preguntarse cuánta matemática y con qué calidad necesita aprender su población para que las oportunidades asociadas a esta ventana de oportunidad se traduzcan en desarrollo. Apostar por la matemática, y generar una masa crítica y competente en esta área permitirá a la República Dominicana apropiarse del verdadero regalo que Prometeo legó a la humanidad y por el cual continúa pagando en la eternidad de los tiempos mitológicos.

Referencias:

- ◆ Ministerio de Educación de la República Dominicana. (2025). Informe nacional: Evaluación Diagnóstica de Sexto Grado de Primaria 2024. Dirección de Evaluación de la Calidad. <https://www.ministeriodeeducacion.gob.do/docs/direccion-de-evaluacion-de-la-calidad/IK9o-informe-nacional-evaluacion-diagnostica-de-sexto-grado-de-primaria-2024.pdf.pdf>
- ◆ Iniciativa Dominicana por una Educación de Calidad. (2026). Informe de seguimiento y monitoreo 2025. IDEC.
- ◆ Organisation for Economic Co-operation and Development. (2023). PISA 2022 results: Volume I. The state of learning and equity in education. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>

Seguridad energética y energías renovables en República Dominicana: una agenda estratégica para el desarrollo

En la República Dominicana, la seguridad energética no es un tema lejano. Vivir en una isla y depender de combustibles que vienen de fuera, nos hace vulnerables ante una subida fuerte del petróleo, una crisis internacional o un problema en el suministro se termina sintiendo aquí: en los costos, en los servicios y en la vida diaria.



Ing. Julián Camilo Peña Bermudez

Vicerrector de Investigación
Ingeniero Ambiental graduado de la
Universidad Santo Tomás de Colombia y
Magíster en Ingeniería de la Universidad
Nacional de Colombia.

La definición de seguridad energética puede variar según el contexto regional. La Agencia Internacional de la Energía (2022) la define como: “acceso sin interrupciones a fuentes de energía a un precio asequible”. Esa definición es útil, pero no alcanza del todo para explicar lo que ocurre en países ubicados en el Caribe insular como la República Dominicana. En estos casos, la seguridad energética puede ampliarse tomando en cuenta depender menos de combustibles importados, mantener un suministro estable y estar mejor preparados frente a crisis externas o cambios bruscos en los precios internacionales.

En los últimos meses, las interrupciones del servicio eléctrico han vuelto a poner el tema energético en la conversación diaria del país. A esto se suman factores externos y ambientales, como el aumento del sargazo cerca de algunas zonas de generación y las tensiones geopolíticas en rutas importantes del comercio de combustibles, entre ellas el estrecho de Ormuz. Todo esto genera incertidumbre y recuerda algo básico: la energía no es un recurso garantizado.

En la práctica, hablar de energía va más allá de números. La energía es un pilar fundamental para el desarrollo, permite que sectores como el transporte, la educación y la salud operen de manera adecuada. Por esa razón, si el país quiere duplicar su Producto Interno Bruto consolidándose como una economía más competitiva y generadora de tecnología, la seguridad energética debe estar en toda agenda que hable del desarrollo del país. Las energías renovables y el almacena-

miento no deberían verse solo como parte de una agenda ambiental para reducir emisiones. En un país sin producción nacional significativa de gas o petróleo, el sol, el viento, la biomasa y el agua tienen un valor adicional porque ayudan a reducir la dependencia externa y fortalecen la seguridad energética del país.

Ahora bien, hablar de seguridad energética en República Dominicana obliga a mirar su geografía y su historia reciente. El país que no tiene una interconexión eléctrica regional que le permita apoyarse en sistemas vecinos durante una crisis. Además, arrastra una dependencia histórica de combustibles importados. Según datos del Ministerio de Energía y Minas (2026), en enero el 78% de la electricidad generada en el país provino de combustibles fósiles importados, principalmente gas natural y carbón. Este escenario confirma la necesidad de avanzar hacia una matriz más diversificada, con redes de transmisión más robustas, mayor integración de almacenamiento y un marco normativo actualizado. La meta de fondo es reducir la exposición del país a la volatilidad del mercado internacional de combustibles, especialmente en un contexto donde los precios y las tensiones geopolíticas pueden cambiar con rapidez.

Si se revisan los planes energéticos del país, se evidencia que esta preocupación viene de hace tiempo. El Plan Energético Nacional 2004-2015 ya hablaba de una oferta de energía más segura, del uso de recursos nacionales y de la necesidad de depender menos del abastecimiento externo (Comisión Nacional de Energía, 2004).

En el plan más reciente, 2022-2036, el problema se vuelve a mencionar y se agregan nuevas variables además de renovables como, almacenamiento y adaptación de la red para que todo pueda funcionar en la práctica (Comisión Nacional de Energía, 2022).

Algunos modelos ya apuntan en esa dirección. Muestran que, con una planificación bien hecha, las energías renovables podrían tener un peso mucho mayor en la expansión del sistema eléctrico dominicano y superar el 40% de participación en la próxima década (Quevedo & Herrera Moya, 2022). IRENA también había planteado una meta parecida: llegar a un 44% de energía renovable para 2030. Pero ese cambio no depende solo de instalar más parques solares o eólicos. Para que funcione, el país tendría que fortalecer sus redes de transmisión y manejar con cuidado la variabilidad propia de estas fuentes (IRENA, 2017).

Este reto no es exclusivo de la República Dominicana. En buena parte del Caribe insular se repite la misma preocupación: cómo garantizar energía suficiente y estable en sistemas pequeños, aislados y todavía muy dependientes del petróleo importado. El caso de Aruba muestra que una mezcla de energía solar, eólica, almacenamiento, movilidad eléctrica y desalinización puede reducir esa dependencia sin provocar un aumento excesivo de los costos del sistema (Dominković et al., 2018). En Cuba, la apuesta progresiva por fuentes lim-

pias se evalúa como la única vía real para mitigar su profunda vulnerabilidad, reducir importaciones de crudo y aliviar la presión económica (Guevara-Luna et al., 2024). Las proyecciones para Barbados apuntan a una generación cercana al 100% limpia, combinando almacenamiento, hidrógeno verde y el retiro gradual de sus plantas fósiles para frenar la salida de divisas. (Maheri et al., 2025). En Guadalupe, las investigaciones revelan una dependencia externa que compromete el desarrollo, obligando a acelerar la inversión en fotovoltaica y eólica para ganar autonomía (Barani et al., 2025). Incluso en Trinidad y Tobago, que cuenta con gas natural local, los estudios demuestran que la seguridad del sistema ya no se garantiza solo con fósiles; exige optimizar el despacho, mejorar la eficiencia e integrar renovables estratégicamente para mantener la confiabilidad (Ramsook et al., 2025).

El aprendizaje de naciones vecinas expone que, en los estados de la región del Caribe insular, la entrada de energía renovable y el almacenamiento es una necesidad de Estado que permite reducir la dependencia del exterior. Por otro lado, la suma de las experiencias en la región permite concluir que la transición energética dominicana será robusta si dejamos de verla como una agenda verde y la asumimos como una política de seguridad nacional orientada a que el futuro energético del país dependa de variables que sí podamos controlar.

Referencias:

- ◆ Barani, M., Löffler, K., Garibashvili, L., & Crespo del Granado, P. (2025). The road to a sustainable energy system in the Guadeloupe archipelago: Challenges and opportunities. *Heliyon*, 11, e41760. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e41760>
- ◆ Comisión Nacional de Energía. (2004). Plan Energético Nacional 2004-2015. Santo Domingo, República Dominicana.
- ◆ Comisión Nacional de Energía. (2022). Plan Energético Nacional 2022-2036. Santo Domingo, República Dominicana.
- ◆ Dominković, D. F., Stark, G., Hodge, B.-M., & Pedersen, A. S. (2018). Integrated energy planning with a high share of variable renewable energy sources for a Caribbean island. *Energies*, 11(9), 2193. <https://doi.org/10.3390/en11092193>
- ◆ Guevara-Luna, M. A., Madrazo, J., Meneses, E., Mora, H., & Clappier, A. (2024). Strategies toward an effective and sustainable energy transition for Cuba. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 197, 114387. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114387>
- ◆ International Energy Agency. (2022). Energy security in energy transitions. En *World Energy Outlook 2022*. IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/energy-security-in-energy-transitions>
- ◆ International Renewable Energy Agency. (2017). National energy roadmaps for islands: A renewable energy roadmap. IRENA.
- ◆ International Renewable Energy Agency, CEPAL, & GET. transform. (2022). Escenarios para la transición energética: Experiencia y buenas prácticas en América Latina y el Caribe. IRENA.
- ◆ Maheri, A., Mason, T., & Henry, L. (2025). A pathway to net-zero power generation in Barbados using hybrid renewable energy systems and hydrogen. En *2025 9th International Conference on Environment Friendly Energies and Applications (EFEA)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/EFEA67685.2025.11386152>
- ◆ Ministerio de Energía y Minas. (2026). Boletín de generación y gestión de energía: Enero 2026. Viceministerio de Energía Eléctrica. <https://mem.gob.do/wp-content/uploads/2026/03/01.-Boletin-Informativo-Generacion-y-Gestion-Energia-Enero-2026.pdf>
- ◆ Quevedo, J., & Herrera Moya, I. (2022). Modeling of the Dominican Republic energy systems with OSeMOSYS to assess alternative scenarios for the expansion of renewable energy sources. *Energy Nexus*, 6, 100075. <https://doi.org/10.1016/j.nexus.2022.100075>
- ◆ Ramsook, D., Boodlal, D., & Maharaj, R. (2025). Optimizing carbon reduction strategies in Trinidad and Tobago's power generation sector: Insights from carbon emission pinch analysis. *Carbon Management*, 16(1), 2523917. <https://doi.org/10.1080/17583004.2025.2523917>



UNIEMPLO

¡FELICIDADES POR TU GRADUACIÓN!

Haz que cada día cuente en la búsqueda de tus metas.

**¿TE REGISTRASTE
YA EN UNIEMPLO?**



USA ESTE CÓDIGO QR PARA
COMPLETAR EL FORMULARIO DE
REGISTRO Y TENER ACCESO A
OPORTUNIDADES DE PASANTÍA Y
VACANTES LABORALES.



La energía del conocimiento: cooperación académica e innovación para un futuro sostenible



La incorporación de UNICARIBE a LACCEI potencia las coyunturas de cooperación a nivel internacional en un periodo en el que la innovación tecnológica, la transición energética y la IA, redefinen el futuro del desarrollo sostenible.



Bethy Díaz, Ph.D (c)

Licenciada en Administración de Empresas (UNICARIBE) y Máster en Gestión de Centros Educativos. Candidata a Doctora en Educación Virtual. Especialista en gestión académica, calidad educativa, vinculación productiva y formación continua. Ha liderado instituciones educativas y participado como investigadora y conferencista en innovación educativa, transformación digital e inteligencia artificial aplicada a la educación superior.

Al reflexionar sobre el concepto energía sostenible, es muy probable que nos venga a la mente, términos, tales como, la electricidad, el combustible, las turbinas eólicas, los paneles solares o la tecnología. Durante muchos años, la mayoría de los escenarios de desarrollo y sostenibilidad se han centrado en la transición hacia la energía sostenible, generando un cambio transformador en la forma de producir, distribuir y consumir energía, con el objetivo de alejarse de los combustibles fósiles y adoptar un sistema basado en fuentes de energía renovables.

Pensemos en otra fuente de energía, aunque es menos visible para la sociedad, ha contribuido a la transformación de toda la humanidad, la fuente de energía a la que denominamos: La energía del conocimiento.

No me refiero simplemente a las informaciones acumuladas, ni de la cantidad de certificados académicos que una persona pueda obtener a lo largo de su desarrollo profesional. Me refiero más bien a la capacidad que tienen los individuos para adquirir conocimientos, transmitir experiencias; la capacidad que tienen las instituciones para, innovar y construir soluciones de manera colectiva. Es una energía que no se genera en la singularidad o aislamiento. Nace cuando investigadores, docentes, estudiantes, empresas, gobiernos y comunidades, es decir la sociedad en conjunto generan las condiciones para trabajar objetivos comunes.

Ninguna tecnología crea efectos positivos por sí sola en una comunidad. Para que las grandes transfor-

maciones deseadas se conviertan en realidad, se necesitan profesionales altamente cualificados y calificados, instituciones comprometidas, y la creación de espacios donde la información y el conocimiento puedan convertirse en innovación.

Vivimos en un tiempo particularmente desafiante. La transformación digital en muchas áreas, el avance agigantado de tecnologías como la inteligencia artificial, el cambio climático, los cambios energéticos, están influenciando para bien directa o indirectamente la manera en que vivimos, producimos e interactuamos en sociedad. Ante esta realidad, es importante preguntarnos, si nos estamos centrando únicamente en la tecnología o si estamos prestando suficiente atención a identificar a las personas que impulsarán estos escenarios. Para lograr la transición energética es fundamental trabajar en una línea justa y equitativa, que dé prioridad al desarrollo humano y a la inclusión. E aquí donde juega un papel clave la educación superior, convirtiéndose en un actor clave para impulsar soluciones que integren: conocimiento científico, innovación tecnológica y compromiso social.

Las instituciones de educación superior no se limitan a la transferencia de conocimientos; promueven espacios donde convergen diferentes áreas disciplinares y fomentan el pensamiento crítico, la innovación, y el sentido de pertenencia global. La cooperación académica, las redes de investigación internacional, permiten potenciar los procesos de aprendizaje y multiplicar las oportunidades de innovación.

En este contexto, el Latin American

and Caribbean Consortium of Engineering Institutions (LACCEI) se ha consolidado como una de las principales plataformas de colaboración académica de las Américas. Desde hace más de dos décadas, esta organización ha promovido la integración de universidades, investigadores, docentes y estudiantes comprometidos con el avance de la ingeniería, la tecnología, la innovación y el desarrollo regional. Su misión trasciende el intercambio académico tradicional. LACCEI impulsa comunidades de conocimiento orientadas a generar investigación, fortalecer la educación superior y promover la innovación como herramienta para el desarrollo económico y social.

La visión de la organización resulta particularmente relevante en un momento en que la energía, la inteligencia artificial y la transformación digital están redefiniendo las prioridades de gobiernos, empresas y universidades. Prueba de ello es la agenda académica que impulsa actualmente, centrada en temas como innovación, emprendimiento, sostenibilidad, inteligencia artificial y desarrollo regional, áreas estrechamente vinculadas con los desafíos energéticos que enfrenta el mundo contemporáneo.

La UNESCO ha enfatizado el papel de las universidades en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Están invitados a crear espacios donde se encuentren la educación, la investigación, las relaciones con la sociedad y sus demandas. Esta visión se expresa particularmente en la oferta académica que actualmente promueve UNICARIBE. Planes de estudio como gestión ambiental y energías renovables, ingeniería de software, ingeniería de redes y telecomunicaciones, ingeniería informática e inteligencia organizacional e ingeniería de seguridad cibernética satisfacen necesidades que ya son parte de la realidad actual. De igual forma, las maestrías relacionadas con la inteligencia artificial, la gestión de la tecnología y la ciberseguridad ayudan a fortalecer las habilidades que serán esenciales para responder a las demandas actuales.

La incorporación de UNICARIBE a LACCEI representa mucho más que una afiliación institucional. Significa integrarse a una comunidad académica internacional que comparte la

convicción de que el conocimiento, la innovación y la cooperación constituyen herramientas esenciales para impulsar el desarrollo sostenible. Esta membresía abre nuevas oportunidades para estudiantes, docentes e investigadores interesados en participar en proyectos colaborativos, intercambios académicos, congresos internacionales y espacios de generación de conocimiento con impacto regional.

También fortalece la capacidad institucional para conectar con tendencias emergentes relacionadas con sostenibilidad, innovación tecnológica, emprendimiento e inteligencia artificial, temas que están transformando la educación superior y el mercado laboral a escala global. En un entorno caracterizado por cambios acelerados, las universidades necesitan construir alianzas que les permitan ampliar horizontes, compartir experiencias y generar respuestas innovadoras a los desafíos de su tiempo. La participación en redes como LACCEI responde precisamente a esta necesidad.

La UNESCO ha enfatizado el papel de las universidades en el logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Están invitados a crear espacios donde se encuentren la educación, la investigación, las relaciones con la sociedad y sus demandas.

La experiencia demuestra que los acontecimientos más importantes rara vez son el resultado de acciones aisladas. Más bien, suelen surgir cuando diferentes actores intercambian conocimientos, recursos y experiencias. Lo hemos visto en la ciencia y la tecnología y en muchos procesos de desarrollo económico y social. Cuando las personas trabajan juntas, las oportunidades se multiplican. Por tanto, la cooperación universitaria ha adquirido una importancia estratégica en el siglo XXI.

La energía más importante para América Latina y el Caribe no será únicamente la que proviene del sol, del viento o de nuevas tecnologías renovables, es la energía que surge cuando las universidades, las industrias y la sociedad, conectan talento, investigación e innovación, aquella que denominamos: La energía del conocimiento, esta energía seguirá impulsando el desarrollo sostenible de nuestra región en los años por venir.

Referencias:

- ◆ International Renewable Energy Agency (IRENA). (2024). World Energy Transitions Outlook 2024: 1.5°C Pathway.
- ◆ International Renewable Energy Agency (IRENA). (2024). Renewable Energy and Jobs: Annual Review 2024.
- ◆ Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions (LACCEI). (2026). About LACCEI.
- ◆ UNESCO. (2023). Guidance for Generative AI in Education and Research.
- ◆ UNESCO IESALC. (2024). Measuring Higher Education's Contribution to the Sustainable Development Goals.
- ◆ UNESCO IESALC. (2025). South-South Cooperation for Sustainability: Building Synergies among Universities, Communities and Development Actors.

UNICARIBE

RADIO



La energía hecha marca: como el marketing aceleró la revolución energética global

La transición energética no se aceleró únicamente porque aparecieron mejores tecnologías en el mercado, sino porque el marketing logró que los consumidores las aceptaran, las desearan y las incorporaran a su estilo de vida.



Patsi Loribel Báez Beltre

Estudiante de la Licenciatura en Publicidad |
Escuela de Negocios | UNICARIBE

Cuando se trae a la mesa el tema de la revolución energética, la conversación con frecuencia se satura de datos muy técnicos sobre políticas energéticas y temas afines. Sin embargo, un factor que con frecuencia queda en la sombra es la aceptación social. Es indudable que las leyes y la reducción de costos fueron la principal antesala, pero las energías renovables no entraron a millones de hogares solo por ser una opción más barata o más eficiente. Lo cierto es que, antes de convertirse en el estándar que son hoy día, tuvieron que vencer barreras invisibles como el desconocimiento, la desconfianza y, sobre todo, la resistencia generalizada al cambio.

Visto así, surge una pregunta casi obligatoria: ¿qué transformó una tecnología que existía desde hacía décadas en un movimiento global? La respuesta nos revela una de los aspectos más destacables de la transición energética, y es que los cambios tecnológicos lamentablemente no avanzan al ritmo de la innovación, sino al ritmo de la confianza de quienes, se supone, deben adoptarlos.

Luis Fernando Julio Barrero (2013), en su estudio sobre la adopción de la energía solar fotovoltaica en Colombia, identificó que variables como el conocimiento, la familiaridad y la experiencia influyen directamente en la decisión de adoptar nuevas alternativas energéticas. Es decir, una innovación puede ser eficiente, rentable y ambientalmente beneficiosa para los usuarios, pero si las personas no la comprenden y, sobre todo, no confían en ella, difícilmente la

van a incorporar en su vida diaria.

El motor invisible de la revolución energética

Este contexto fue lo que propició que el marketing adquiriera un papel decisivo en la expansión de las energías renovables.

Durante mucho tiempo se asumió que las personas tomaban decisiones energéticas [o de compra, en general] de forma completamente racional. Pero la realidad demostró que esta presunción no era del todo cierta.

En realidad, las personas no compran únicamente guiados por la lógica, sino por sus expectativas, sus emociones, sus aspiraciones y sus percepciones. Gracias al marketing se logró traducir esos conceptos complejos en beneficios que fuesen tangibles para los consumidores. De este modo, la conversación dejó de centrarse en paneles fotovoltaicos, en inversores o en datos sobre eficiencia para enfocarse en aspectos mucho más cercanos al consumidor como el ahorro económico, los efectos personales de la independencia energética, la estabilidad, la innovación y la sostenibilidad a mediano/largo plazo.

Claro, no podemos dejar de mencionar que el marketing también redujo la percepción de riesgo. Los seres humanos tendemos de forma natural a mantener las cosas de una misma y única forma; lo que en economía conductual se denomina el sesgo de status quo, en

marketing lo llamaríamos la inercia del consumidor. Por ende, el verdadero reto no fue solo convencer al usuario de que las energías renovables eran una alternativa técnicamente superior, sino convencerlo de que el cambio no representaba un peligro para su estabilidad actual, diseñando básicamente un ecosistema estratégico que actuara como un desactivador de miedos.

Esto se logró a través de un cambio de narrativa donde la energía renovable dejó de ser solo una innovación técnica para convertirse a sí misma en una propuesta de valor. Y fue lo suficientemente conveniente para acelerar su adopción.

En ese punto fue donde la energía, un servicio básico históricamente invisible, comenzó a adquirir personalidad. Y cuando algo adquiere personalidad, entra en el terreno del branding.

La sostenibilidad como branding personal

Quizás uno de los mayores logros del marketing contemporáneo fue lograr convertir la sostenibilidad en algo aspiracional. Una especie de branding personal.

Las personas ya no estaban simplemente adquiriendo una fuente de energía. Estaban comprando una idea sobre quiénes querían ser, o cómo querían ser percibidos por otras personas. Esta transformación fue lo suficientemente importante para permitir conectar las energías renovables con dimensiones emo-

cionales mucho más profundas, y que no habían sido abordadas apropiadamente por otras alternativas energéticas. Quizás porque se inclinaban más hacia la utilidad práctica, o porque los consumidores no solo estaban buscando una reducción en su factura eléctrica, sino que también querían contribuir al cuidado del medioambiente, participando en el cambio y formando parte de una visión más optimista del futuro. Una especie de identidad compartida.

Gracias a eso, las marcas comprendieron algo que la tecnología por sí sola nunca podría lograr, y es que las personas no se movilizan únicamente por los datos, sino por el significado que estos representan en su vida. Porque los usuarios ya dejaron de ser solo customers, para ser prosumers. Es decir, las personas ya no solo consumen energía, la generan, y esa autonomía cambió su rol como un sujeto pasivo, a un actor activo y empoderado.

Es por esto que la revolución energética no puede entenderse únicamente como una transformación tecnológica; también debe verse como una transformación cultural. Una historia sobre la manera en que las energías renovables obtuvieron aceptación social, gracias a que el marketing convirtió una innovación técnica en una aspiración de consumo para muchos, y cómo las marcas aceleraron el cambio al conectar con emociones y estilos de vida.

Antes de instalarse en millones de techos alrededor del mundo, la energía renovable tuvo que instalarse en la mente de los consumidores. Y fue en ese proceso, que el marketing se convirtió en uno de los motores silenciosos de esa transición.

Referencia:

Barrero, L. F. J. (2013). Estudio de un modelo de marketing conceptual para la adopción de la energía solar fotovoltaica en Colombia [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Bolívar].



El consumo energético de los centros de datos convencionales y de Inteligencia Artificial



La economía digital depende de una infraestructura física que normalmente no ve el usuario final.



Máximo Caraballo Chichiraldi

Estudiante de Economía Universidad Europea de Madrid- Certificado por IBM en Información cuántica e integración de computación de alto rendimiento.

Cada búsqueda en Internet, cada pago electrónico, cada videollamada, cada archivo almacenado en la nube y cada consulta realizada a un sistema de Inteligencia Artificial requieren servidores, redes, almacenamiento, refrigeración y electricidad continua. Aunque estos servicios parecen in-materiales, su operación descansa sobre instalaciones industriales de gran escala que consumen cantidades crecientes de energía.

En junio de 2026, el consumo energético de los centros de datos ya no puede considerarse un asunto secundario. La digitalización empresarial, el crecimiento del almacenamiento en la nube, el aumento del streaming y la expansión acelerada de la Inteligencia Artificial están elevando la presión sobre la infraestructura eléctrica. La nube no es una abstracción, sino una red mundial de edificios llenos de equipos que funcionan día y noche.

Los datos consolidados más recientes muestran que los centros de datos consumieron alrededor de 415 TWh de electricidad en 2024, cerca del 1,5 % de la demanda eléctrica mundial. Las proyecciones indican que esta cifra podría acercarse a 945 TWh en 2030, lo que implicaría más que duplicar la demanda en pocos años. Para dimensionar la magnitud, 945 TWh sería una cantidad ligeramente superior al consumo eléctrico anual de Japón.

Este crecimiento no se explica solo por la Inteligencia Artificial. Los centros de datos convencionales siguen sosteniendo la nube, las bases de datos, las aplicaciones empresariales, las redes sociales, los servicios financieros, el comercio electrónico y la distribución de contenido audiovi-

sual. Sin embargo, la IA añade una presión nueva porque utiliza hardware especializado, cargas de trabajo más densas y procesos de cálculo mucho más intensivos.

Centros convencionales e Inteligencia Artificial

Los centros de datos convencionales ejecutan cargas muy diversas. En ellos se alojan servidores web, bases de datos, máquinas virtuales, aplicaciones empresariales, almacenamiento distribuido, sistemas de copia de seguridad, plataformas de video y herramientas de ciberseguridad. Una gran parte de estas operaciones no tienen la misma intensidad energética que el entrenamiento de un modelo avanzado de IA, pero su volumen agregado es enorme porque se ejecutan de forma continua y atienden a miles de millones de usuarios.

Entre 2024 y 2030, se estima que la electricidad consumida por servidores convencionales crecerá alrededor del 9 % anual. Esta tasa es menor que la proyectada para servidores acelerados por Inteligencia Artificial, pero sigue siendo elevada frente al crecimiento general de la demanda eléctrica mundial. Por eso, el problema energético de los centros de datos no debe reducirse exclusivamente a la IA, aunque la IA sea el componente de crecimiento más dinámico.

La Inteligencia Artificial modifica la trayectoria energética porque introduce cargas de trabajo intensivas en procesamiento paralelo. Los modelos de lenguaje de gran escala, los sistemas multimodales, la visión computacional

avanzada y los agentes autónomos requieren enormes cantidades de operaciones matemáticas. Para ejecutarlas se emplean aceleradores especializados, como GPU, TPU y otros chips diseñados para aprendizaje automático.

A diferencia de muchas aplicaciones tradicionales, los sistemas avanzados de IA no dependen solo de almacenar datos, sino de procesarlos a gran velocidad. El entrenamiento de modelos complejos puede requerir miles o decenas de miles de aceleradores trabajando durante semanas o meses. La inferencia, que corresponde al uso cotidiano del modelo por parte de los usuarios, también consume altas cargas de energía cuando se escala a millones de consultas diarias.

Eficiencia energética y PUE

Para analizar el consumo de un centro de datos hay que distinguir entre la energía usada por los equipos informáticos y la energía total consumida por la instalación. Los equipos informáticos incluyen servidores, GPU, CPU, memoria, almacenamiento y redes. La instalación completa también incluye refrigeración, distribución eléctrica, bombeo, ventilación, sistemas de respaldo, iluminación y otros componentes auxiliares.

El indicador más utilizado para expresar esta relación es el Power Usage Effectiveness, conocido como PUE:

Energía total del centro de datos

PUE = Energía consumida por los equipos informáticos

Un PUE de 1,0 sería ideal porque significaría que toda la energía se destina directamente a computación. En la práctica, ese valor no se alcanza, ya que cualquier centro de datos necesita energía adicional para operar de forma segura. El promedio global reportado recientemente se sitúa alrededor de 1,56, lo que significa que por cada 1 kWh consumido directamente por los equipos informáticos, la instalación completa consume cerca de 1,56 kWh.

Los centros nuevos y mejor diseñados pueden alcanzar valores cercanos a 1,30 o incluso inferiores en condiciones favorables. Sin embargo, el PUE no mide la eficiencia del software ni la utilización efectiva de los equipos. Una instalación puede tener un buen PUE y aun así desperdiciar energía

si sus servidores están infrautilizados, si las colas se gestionan mal, si se duplican modelos en memoria o si las GPU permanecen ociosas durante una parte relevante del tiempo.

Un escenario con 100.000 GPU

Para dimensionar el problema puede utilizarse como referencia un centro de datos de IA equipado con 100.000 GPU NVIDIA H100 SXM. Este modelo puede alcanzar un consumo máximo configurable de hasta 700 W por GPU. Si se considera únicamente el consumo directo de las GPU, el cálculo sería:

$$100,000 \times 700W = 70MW$$

Este resultado es correcto, pero no representa el consumo total del centro de datos. Las GPU no funcionan solas. Cada acelerador necesita servidores anfitriones, CPU, memoria, almacenamiento local, tarjetas de red, switches, fuentes de alimentación y sistemas de gestión. Por eso, una estimación más realista debe partir de la carga informática total.

Si las GPU consumen 70 MW, una carga informática total razonable para el conjunto del cluster puede situarse alrededor de 100 MW, considerando el resto del equipamiento asociado. Con un PUE eficiente de 1,30, la instalación requeriría unos 130 MW de potencia continua. Con un PUE más cercano al promedio global de 1,56, el consumo total ascendería a unos 156 MW.

Como estos centros operan las 24 horas del día durante todo el año, el número de horas anuales es 8.760. En el escenario eficiente, el consumo anual sería aproximadamente 1,14 TWh. En el escenario promedio, sería aproximadamente 1,37 TWh. Si se utiliza como referencia un consumo residencial europeo de 3.500 kWh por hogar al año, un centro de IA de 100.000 GPU consumiría tanta electricidad como entre 325.000 y 390.000 hogares europeos.

Impacto económico y valor de una mejora del 1 %

El costo energético depende del país, del contrato eléctrico, de la estabilidad de la red y de los acuerdos de compra de energía. Para una estimación conservadora, puede utilizarse un precio industrial de 0,10 dólares por kWh. Bajo ese supuesto, el escenario eficiente de 1,14 TWh anuales implicaría un gasto eléctrico cercano a 113,9 millones de dólares al año. En el escenario promedio de 1,37 TWh, el gasto ascendería a unos 136,7 millones de dólares.

Una mejora del 1 % tiene un valor considerable. En el escenario eficiente, una reducción del 1 % equivaldría a ahorrar unos 11,4 GWh por año. En el escenario promedio, el ahorro sería de unos 13,7 GWh anuales. Esa electricidad permitiría abastecer entre 3.250 y 3.900 hogares europeos durante un año. En términos

económicos, el ahorro anual estaría entre 1,1 y 1,4 millones de dólares por instalación.

Por eso, las tecnologías de optimización tienen valor estratégico incluso cuando no prometen reducciones extremas. En infraestructuras de esta escala, mejorar la eficiencia un 1 % ya puede liberar energía equivalente al consumo anual de varios miles de viviendas y generar ahorros superiores al millón de dólares.

Necesidad de optimización

La optimización energética no consiste solo en comprar hardware más eficiente. También depende del software, de la planificación de cargas y de la utilización efectiva de recursos. En los centros convencionales, las oportunidades incluyen consolidar servidores infrautilizados, mejorar la virtualización, ajustar dinámicamente capacidad, optimizar almacenamiento y reducir copias innecesarias.

En los centros de IA, estas oportunidades son todavía más relevantes porque las GPU son costosas, escasas y energéticamente intensivas. Parte del desperdicio aparece cuando los trabajos se asignan de forma ineficiente, cuando los modelos se duplican en memoria, cuando los datos se mueven más veces de las necesarias o cuando la inferencia se ejecuta sin planificación adecuada de lotes, cachés y prioridades.

Por esta razón, las soluciones de orquestación, scheduling, compresión de memoria, deduplicación, gestión dinámica de cargas y optimización de inferencia pueden tener un impacto significativo. El objetivo no es simplemente apagar equipos, sino organizar mejor la infraestructura para obtener más trabajo útil por cada kilovatio consumido.

Conclusión

El problema energético de los centros de datos no puede analizarse únicamente desde la Inteligencia Artificial, pero tampoco puede entenderse hoy sin ella. Los centros convencionales siguen siendo indispensables para la nube, el almacenamiento, el streaming, las aplicaciones empresariales y los servicios financieros digitales. Al mismo tiempo, la IA acelera la demanda porque requiere aceleradores de alta potencia, clusters densos, memoria abundante, redes de baja latencia y procesamiento continuo.

Los datos muestran una tendencia clara. Si se toma 2024 como línea base estadística consolidada, los centros de datos ya consumían alrededor de 415 TWh de electricidad, y las proyecciones disponibles apuntan a que podrían acercarse a 945 TWh en 2030. Un centro de datos de IA con 100.000 GPU permite visualizar la escala del desafío, ya que puede consumir entre 1,14 y 1,37 TWh al año, una cantidad comparable al consumo eléctrico anual de entre 325.000 y 390.000 hogares europeos. En este contexto, la eficiencia energética deja de ser un detalle técnico. Una mejora del 1 % puede ahorrar más de un millón de dólares al año por instalación y liberar energía suficiente para abastecer a varios miles de hogares. La optimización será, por tanto, una condición central para la sostenibilidad económica, ambiental y operativa de la próxima generación de infraestructura digital.

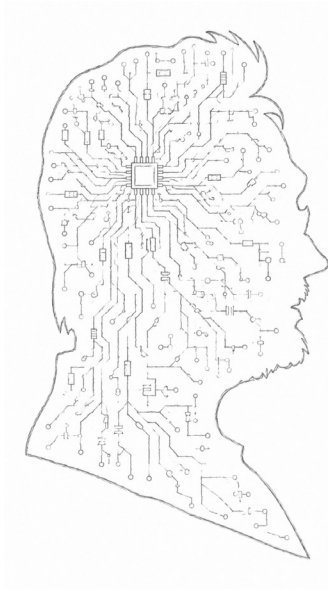
UNICARIBE TV



¡SUSCRÍBETE!



“El contador de la luz”



Luciano Relé

Escritor, excéntrico, polémico y pseudónimo

En una casa baja de Villa Consuelo, donde el zinc del techo repetía la lluvia como una memoria defectuosa, nació Ezequiel Ferreras, hijo de un liniero de la Corporación de Electricidad y de una maestra que enseñaba a leer con la paciencia de quien descifra una inscripción antigua.

A los tres años, Ezequiel recordó el número exacto de pasos que separaban la galería del patio, las palabras pronunciadas por su madre el día anterior y la forma de una nube que había pasado sobre el barrio a las cuatro y diecisiete de la tarde. A los siete, recordaba todos los apagones de su vida, no por fechas, sino por densidades de sombra. Decía que el apagón del 12 de agosto de 1984 había sido más azul que negro, y que el del 3 de mayo de 1986 había oído a guineo maduro y a vela pobre.

Su padre, hombre de escasa metafísica, juzgó que aquello era una virtud útil.

“Este muchacho va a leer medidores sin equivocarse nunca”, dijo.

Su madre, que había leído en una enciclopedia vieja la historia de un tal Funes, temió otra cosa. Temió que recordar no fuera una forma de saber, sino una condena.

La casa de los Ferreras tenía tres relojes. Uno estaba en la sala, detenido siempre a las dos y diez. Otro, en la cocina, adelantaba siete minutos por día. El tercero era Ezequiel. No tenía esfera ni manecillas, pero nadie en el barrio preguntaba la hora sin mirarlo. Él no decía “son las cinco”. Decía “faltan tres minutos para que doña Altagracia abra la ventana del segundo piso” o “es la hora en que el sol toca la tercera varilla oxidada del portón de los Cordero”. Todos aceptaban esas respuestas,

porque siempre eran ciertas. Creció durante años de transformadores quemados, cables clandestinos, inversores, baterías y lámparas de gas. En la República Dominicana, aprendió Ezequiel, la electricidad no era un servicio, sino una mitología. Llegaba cuando quería, se iba como un dios ofendido y regresaba con un zumbido que hacía gritar a los niños. En las noches sin luz, su abuela contaba historias de aparecidos, pero él no podía escuchar una historia sin recordar todas sus versiones. Recordaba cada pausa, cada variación, cada mentira.

A los diecisiete años ya sabía de memoria los nombres de todos los vecinos, los números de sus contadores, la cantidad de kilovatios consumidos en cada casa y la duración exacta de cada bombillo antes de fundirse. También sabía otras cosas inútiles y atroces. Recordaba la mano temblorosa de su tío al perder en una gallera de San Cristóbal. Recordaba el primer llanto de su hermana menor, Amalia, con todas sus ondulaciones. Recordaba el rostro de su madre antes de enfermar, y después, y en cada transición imperceptible entre ambos rostros.

Una tarde de septiembre, mientras el huracán Georges desordenaba el país y la radio repetía advertencias, Ezequiel dijo en voz baja que el tiempo no pasaba.

Su padre, que amarraba una plancha de zinc, le preguntó qué quería decir.

“El tiempo no pasa”, repitió Ezequiel. “Se gasta. Como la luz.”

Esa frase, que nadie entendió, fue el principio de su fama. Años después, un profesor de la Universidad Autónoma fue a visitarlo y le habló de Einstein, de

la energía, de la masa y de la curvatura del espacio. Ezequiel lo escuchó sin sorpresa. Luego le dijo que todo eso ya lo había intuido mirando el medidor de su casa.

“El disco gira”, explicó. “La familia cree que consume electricidad. Pero también consume domingos, conversaciones, promesas. Cada vuelta del disco no marca energía, sino tiempo convertido en otra cosa.”

El profesor sonrió con cortesía. Quiso tomar notas, pero Ezequiel le dictó, sin mirar, las primeras tres páginas del cuaderno que el visitante había perdido nueve años antes en una guagua de la Máximo Gómez. El profesor no volvió.

La casa se volvió silenciosa. La madre murió una madrugada en que no hubo luz, aunque Ezequiel recordaría después que la luna bastaba. El padre envejeció entre escaleras, postes y facturas impagadas. Amalia se casó con un empleado de aduanas y se mudó a Santiago. Ezequiel permaneció en Villa Consuelo, sentado junto al contador eléctrico, como un sacerdote ante un ídolo mínimo.

Se decía que podía recordar el futuro. Él negaba esa herejía. Lo que ocurría, aclaraba, era más simple y más terrible. El porvenir estaba hecho de repeticiones tan precisas que la memoria podía adelantarse. Un hombre que recordara todos los amaneceres sabría el color del próximo. Una mujer que recordara todos los abandonos conocería la frase exacta del último.

La noche de su muerte, Ezequiel llamó a Amalia. Le pidió que viajara a Santo Domingo con sus hijos. Ella llegó al amanecer.

Encontró a su hermano sentado en la galería, más delgado, más antiguo, con los ojos fijos en el medidor.

“Ya casi se acaba”, dijo.

“¿Qué cosa?”

“La carga.”

Amalia pensó que hablaba del inversor. El barrio estaba oscuro y sólo la casa de los Ferreras conservaba una luz amarilla en la sala. Ezequiel le explicó entonces que cada familia recibe una cantidad secreta de energía. No la energía de las compañías eléctricas, que es torpe y negociable, sino otra, anterior al fuego y al sol. Esa energía se reparte en gestos, viajes, enfermedades, nacimientos, tardes de dominó, platos de arroz, cartas no enviadas y besos dados sin atención. El tiempo era apenas la forma visible de ese gasto.

“Yo lo recordé todo”, dijo. “Por eso lo gasté más rápido.”

Amalia quiso llorar, pero él le pidió que no añadiera ese peso al mundo. Después recitó, sin error, todas las voces que habían habitado la casa. Comenzó por la madre enseñando la letra eme, el padre jurando contra un transformador, la abuela invocando a los muertos, Amalia cantando una bachata mal aprendida, él mismo, niño, contando los pasos del patio.

Cuando terminó, el contador dio una última vuelta.

La luz se fue en toda la calle, como tantas veces. Pero esa vez nadie insultó a la compañía ni buscó fósforos. Durante un instante, en Villa Consuelo, todos tuvieron la impresión de recordar una misma cosa imposible. Aquel momento en el que Dios durante el primer día del mundo, todavía no había elegido convertir la energía en tiempo.

