

EL DIFÍCIL CAMINO HACIA EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LAS CENTRALES NUCLEARES EN LATINOAMERICA: CASO BRASIL

Valentina Reyes López

valentina.reyes@usantoto.edu.co

Estudiante que opta por el título de profesional en negocios internacionales

Periplo internacional.

Introducción

En el presente trabajo se busca dar a conocer la importancia de la inversión y construcción de centrales nucleares, en busca de generar energía más limpia y con menos emisión de gases contaminantes, también, destacar la no dependencia del petróleo para lograr crear energía, ya que existen otros metales como el uranio que sirven para producirla. Es de importancia resaltar que, el sector energético es uno de los principales problemas al que se enfrenta el planeta ahora, debido a que es el que más contribuye a las emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero a la atmósfera; es por esta razón que se enfoca a las centrales nucleares como la solución a este problema. La tarea principal de las centrales nucleares se enfoca en aprovechar una fuente de calor para convertir en vapor un líquido que circula por un conjunto de conductos, ese vapor es utilizado para accionar la turbina, la cual se encarga de producir la energía eléctrica. La energía liberada en las centrales se caracteriza por su bajo consumo de combustible y producción de residuos, lo cual significa que la energía nuclear es una buena solución para minimizar las emisiones de CO₂ a la atmósfera, ya que no emite este gas impurificado en la generación de energía.

El caso de estudio de este trabajo está enfocado en Brasil, el segundo país en Latinoamérica después de Argentina en producción de energía nuclear, el cual entendió la importancia de la diversificación de la energía nuclear con el fin de estabilizar y generar energía baja en carbono. Con su Central Nuclear “Almirante Álvaro Alberto”, Brasil mantiene un monopolio legal sobre la industria de la energía nuclear, siendo Eletronuclear la empresa responsable de operar en el sector de la energía nuclear. La operación y construcción de centrales nucleares y la transmisión y comercialización de energía eléctrica generada por reactores nucleares es el principal objetivo de inversión de Brasil.

En la primera parte de este ensayo se realizará una contextualización acerca del tema central que es la energía nuclear junto con una breve explicación de la importancia de crear centrales nucleares y buscar otras fuentes de energía aparte del petróleo. En la segunda parte, se enfocará en el caso de Brasil, teniendo en cuenta la historia de su central nuclear, funcionamiento, las regulaciones, los opositores y demás temas importantes desde que decidieron producir energía nuclear. En la tercera y última parte, se tendrá en cuenta otros casos en Latinoamérica, críticas de quienes se oponen en generar este tipo de energía y el futuro de las centrales nucleares y la creación de energías sostenibles.

Conceptualización de la producción de energía nuclear

El Organismo Internacional de Energía Atómica, OIEA (2021) plantea que la energía nuclear es una forma de energía que se libera desde el núcleo o parte central de los átomos, que consta de protones y neutrones, Esto significa que se puede producir de dos maneras: por fisión (cuando el núcleo se divide en partes) o por fusión (cuando están combinados). Para permitir estas reacciones, fusionará núcleos atómicos con suficiente energía cinética, de esta manera, se lograrán vencer las fuerzas de repulsión electrostáticas y así se podrá aproximar unos a otros.

La energía nuclear desempeña un papel importante en la transición hacia una energía limpia, no obstante, a lo largo de los años, su uso ha causado polémicas en diversos países y regiones, dado a que varios países en desarrollo están contemplando la posibilidad de adoptar este tipo de energía. Con la energía liberada a partir de las reacciones nucleares, se puede generar electricidad, también puede ser empleada en medicina nuclear, en la industria, en la minería, en la arqueología y en muchas otras aplicaciones como la producción de energía calórica aprovechable y reconducible; o de energía mecánica; e incluso de formas de radiación ionizante aprovechable para esterilizar material médico o quirúrgico. Su principal utilización está en la generación de energía eléctrica, donde la energía nuclear se usa para calentar grandes volúmenes de agua o para generar gases, cuya energía calórica se utiliza luego para gesticular grandes turbinas que producen electricidad.

En una entrevista realizada por Jawerth (2020) a Zion Lights, una periodista y activista medioambiental, la cual fue portavoz de Extinction Rebellion un movimiento ambientalista mundial que critica la energía nuclear; hoy, es Directora para el Reino Unido de Environmental Progress, una organización de investigación y políticas sobre energía limpia y justicia energética para todos, destacó varios puntos importantes a favor de la energía nuclear,

argumentando que, los fenómenos de contaminación empeoran la situación de quienes ya están en la pobreza y generan dificultades para las economías de todos los países, es por esta razón que se busca frenar estas tendencias, ya que para sacar a la población de la pobreza y mejorar la calidad del aire, necesitamos buscar otras opciones de energía limpia, encontrándonos con nuestra única opción realista para alcanzar la meta de reducir las emisiones de carbono: La energía nuclear.

Es importante resaltar el gran papel que desempeña una central nuclear, la cual, además de ocupar poco espacio, puede suministrar energía limpia durante 80 años. Cuando esta fuente de energía fiable no está disponible, los países a menudo terminan usando carbón o gas natural para contrarrestar el déficit de energía. Como mecanismo de compensación por la escasez de petróleo y el aumento de sus precios, muchos gobiernos de los países más desarrollados de todos los continentes han optado por desarrollar planes ambiciosos para construir centrales nucleares cuya producción energética esté orientada a reducir el consumo de petróleo.

Zion Lights, también destaca el tema de los residuos nucleares, poniendo como referencia a la mala imagen que se difunde en series de televisión como los Simpsons, donde se muestra un líquido verde y corrosivo, difundiendo así miedo a las personas. La idea que tienen de la radiación está muy alejada de la realidad y muchos confunden la energía nuclear con las armas nucleares. Para transformar la opinión pública sobre la energía nuclear, se necesitaría un cambio de paradigma en la manera en la que hablamos de ella y quién habla de ella, así como un discurso centrado en todos los aspectos positivos de la energía nuclear que reemplace la actual línea editorial de la industria que se limita a decir que “es segura”. Los combustibles fósiles no son seguros y, sin embargo, la industria los comercializa como opciones verdes. La energía nuclear debería lograr transmitir una imagen ecológica.

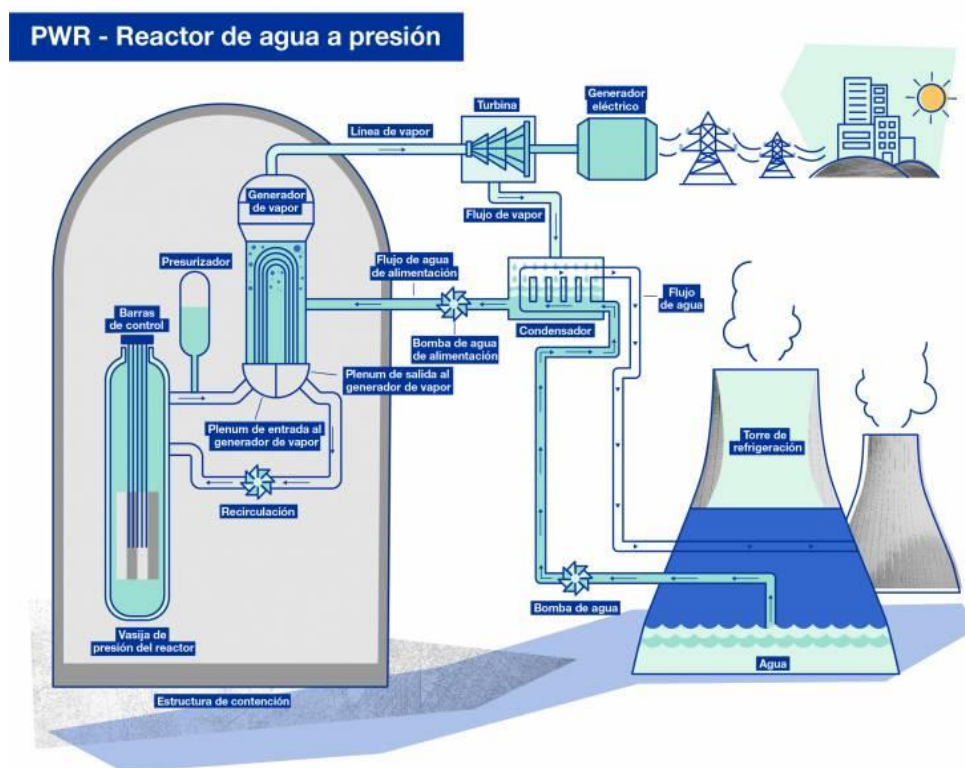
Caso Brasil

El caso de estudio está enfocado principalmente en Brasil, país ubicado en Sudamérica y destacado por ser el segundo, después de Argentina en crear su central nuclear. La Central Nuclear Almirante Álvaro Alberto, cuyo nombre se debe a un militar que se destacó en los años 60 y fue el principal pionero en traer y producir energía nuclear al país. El periódico de la energía (2019), describe a esta central nuclear como una construcción en medio de un paraíso, ya que cuenta con una posición estratégica y está ubicada a orillas de

la playa de Itaorna, un lugar de ensueño que cuenta con una cadena de montañas y fuente de agua abundantes entre las dos ciudades más grandes de Brasil, Sao Paulo y Río de Janeiro.

Figura 1

Funcionamiento de Angra I en Central Nuclear en Brasil.



(Gráfico: A. Vargas/OIEA)

El uso de la energía nuclear en Brasil comenzó en 1985 con Angra 1, la primera central eléctrica en entrar en operación comercial con un reactor de agua a presión (PWR) que producía 640 megavatios de potencia. Sin embargo, durante los primeros años de su operación comercial, la central Angra 1 no funcionó a su capacidad total, ya que enfrentó problemas de equipamiento que recién se resolvieron en 1990. La justificación para adoptar esta nueva fuente energética en el país fue la necesidad de diversificar la matriz energética, con el objetivo de estabilizar la producción energética y generar energía baja en carbono. Durante la década de 1990, la nación pasó por un proceso de liberalización económica junto con la estabilización monetaria, lo que resultó en un control efectivo de la inflación y un rápido crecimiento económico. El crecimiento económico generó un aumento en la demanda de

energía. En el año 2000, Angra 2, la segunda central nuclear de Brasil comenzó a operar y fue percibida como una base vital para el éxito continuo de la economía del país.

Desde el inicio del programa nuclear brasileño, el principal objetivo estratégico del gobierno ha sido lograr la autosuficiencia tecnológica. El gobierno dominó plenamente la cadena de fabricación del combustible nuclear gracias a la finalización de Angra 2 y la transferencia de tecnología al Estado. Así, la capacidad instalada actual es de 1990 megavatios. Tanto Angra 1 como 2 son subproducto de cooperaciones internacionales: Angra 1 se compró a una empresa estadounidense y Angra 2 se construyó con tecnología alemana como parte de un acuerdo nuclear integral entre Brasil y Alemania Occidental. Las obras de construcción de Angra 3 comenzaron en la década de 1980, pero fueron interrumpidas varias veces por cuestiones financieras y políticas. Su finalización depende actualmente de asociaciones con inversores extranjeros para obtener apoyo financiero. Se espera que Angra 3 agregue 1.405 MW de potencia a la red eléctrica nacional para 2026, cuando se prevé que el reactor comience a operar.

En los últimos años, Brasil ha renovado su interés en la energía nuclear tanto para uso pacífico como militar. Al poseer la sexta mayor reserva de uranio del mundo y las tecnologías clave para producir combustible nuclear, el gobierno brasileño reanudó su programa nuclear en 2003. Si bien su tercera planta de energía nuclear todavía está en construcción, Brasil, que renunció a las armas nucleares en 1990, también está comprometido en la construcción de una flota de submarinos de propulsión nuclear, tema que es abordado por el Programa Nuclear Autónomo, el cual está destinado a desarrollar una tecnología capaz de propulsión nuclear para submarinos y enriquecer combustible nuclear para producir armas nucleares. En 1990, el Parlamento brasileño estableció una Comisión Parlamentaria Mixta de Investigación para investigar el Programa Nuclear Autónomo, lo que dio como resultado un informe basado en las investigaciones. Posteriormente, para reducir las tensiones internacionales derivadas de este programa, el país firmó acuerdos internacionales para el uso pacífico de la energía nuclear. Además, ratificó el Tratado sobre No Proliferación de Armas Nucleares, refrendado por el Parlamento brasileño.

El metal utilizado en la central nuclear de Brasil es el uranio, que se encuentra en rocas de todo el mundo. Tiene varios isótopos naturales, a saber. Sus principales isótopos son el uranio 238 y el uranio 235. La mayor parte del uranio del mundo es uranio 238, que no puede provocar una reacción en cadena de fisión, mientras que el uranio 235 puede utilizarse para producir energía. Para hacer más probable la fisión del uranio natural, es necesario

aumentar la cantidad de uranio-235 en una muestra determinada mediante un proceso llamado enriquecimiento de uranio. Después del enriquecimiento, el uranio puede utilizarse eficazmente como combustible nuclear en una central eléctrica durante 3 a 5 años, después de lo cual permanece radiactivo y debe eliminarse de acuerdo con directrices estrictas para proteger a las personas y al medio ambiente. Abas, Kalair y Khan (2015) describen al uranio como uno de los metales energéticos del futuro.

La fortaleza de la generación nuclear brasileña es la baja contaminación, porque la central nuclear tiene un adecuado manejo de residuos, actualmente sólo 10 barriles por año, que son llevados al Centro de Gestión de Residuos (CGR), son seguros y limpios debido a la baja contaminación. La emisión de CO₂, es versátil en diversos campos de la humanidad, como la medicina, cabe destacar que en Brasil existen proyectos ecológicos en la central nuclear, como la protección de animales salvajes, especialmente tortugas, y la preservación del ecosistema., considerando que la planta está situada entre montañas y el mar.

Por otro lado, también se encuentran algunas dificultades a las cuales se han enfrentado en la construcción de la Central, una de ellas, ha sido principalmente la aceptación pública, ya que muchos de los habitantes ven riesgoso el hecho de producir energía nuclear en el país por los accidentes que han ocurrido en años anteriores como Chernóbil en la antigua Unión Soviética, y las bombas en Fukushima y Nagasaki en Japón. Algunos activistas también se han pronunciado por los desechos de los radioactivos los cuales tienen una vida media muy prolongada y lo costoso que es para el país la construcción y el uso de la tecnología en la central nuclear. A todas estas incógnitas, se pronuncia Leonam Gumaraes, presidente de Electronuclear, el cual afirma que la mayoría de las conocidas tragedias fueron causadas por errores o procedimientos equivocados, Gumaraes argumenta también que la seguridad de las plantas nucleares está demostrada por un récord histórico muy positivo. Ciertamente que ocurrieron dos accidentes significativos: el de Chernóbil (1986) y el de Fukushima (2011). Sin embargo, la mayoría (de los accidentes) no fueron causados por la radiación sino por los procedimientos y, en cierta medida, por el miedo que la radiación despierta en las personas.

Casos de corrupción en la generación de energía nuclear brasileña

El proceso de licitación, contratación de servicios o compra de bienes por parte del Estado es susceptible a la corrupción en varios países, y Brasil no es una excepción. En 2015, tras investigaciones, una operación denominada 'Operación Radioactividad' (*Operação*

Radioatividade) hizo públicos los casos de corrupción que involucraban a actores públicos y privados del sector de la energía nuclear en Brasil. Había indicios de que los contratos adjudicados estaban dirigidos únicamente a un pequeño grupo de empresas, lo que les permitía obtener ventajas indebidas en los contratos mediante el pago de sobornos a funcionarios gubernamentales y directores de empresas estatales que supervisaban el proceso de licitación para la adquisición de bienes y servicios. Además, estas empresas fueron acusadas de formar un cártel, particularmente en los procesos de licitación para la construcción de la central nuclear Angra 3.

El sector brasileño de energía nuclear se vio fuertemente afectado debido a estos eventos. Este impacto tuvo importantes consecuencias para la generación de energía nuclear en Brasil, ya que afectó negativamente la toma de decisiones y la implementación de proyectos. Se adjudicaron contratos a empresas no calificadas que presentaron propuestas fraudulentas, lo que provocó retrasos en los proyectos. Este entorno de ambigüedad y corrupción puede conducir a una falta de regulación adecuada para la generación de energía nuclear, creando incertidumbres y desalentando la inversión. Además, puede amenazar la salud pública y el medio ambiente y frenar la inversión y la confianza.

El conocimiento de esta estructura de corrupción dentro del sector nuclear brasileño dio lugar a una de las investigaciones más extensas de la historia de Brasil, que resultó en el procesamiento de numerosos agentes públicos y privados. Como resultado, empresarios y funcionarios públicos fueron condenados y millones de dólares fueron devueltos al erario público.

Reflexión

Tal como lo menciona Canosa, J (2015) en su cuaderno de pensamiento político que trata el tema de la lucha por la energía nuclear, donde describe a la energía nuclear como una fuente de energía limpia y baja en carbono que no emite gases de efecto invernadero durante su funcionamiento. No obstante, al ser una fuente de energía intensiva en capital, requiere importantes inversiones y está sujeta a regulaciones y restricciones relacionadas con la seguridad, la salud y la protección del medio ambiente. En Brasil, la energía nuclear ha representado una pequeña porción de la matriz energética, con un interés decreciente a lo largo de los años. La razón principal es la creciente disponibilidad de fuentes de energía renovables y sus costos decrecientes, lo que las hace más atractivas económicamente. No obstante, existe cierto potencial para el futuro desarrollo de la energía nuclear en el país. Aun

así, antes de tomar cualquier decisión se deben considerar muchos factores, como inversiones, cuestiones ambientales y consideraciones regulatorias.

Las transiciones energéticas en América Latina son un proceso más complejo que se refiere no solo a cambiar el sistema energético sino también a garantizar que la transición beneficie a todas las personas, incluida la población vulnerable. Esto requiere abordar cuestiones relacionadas con la asequibilidad, la accesibilidad y la sostenibilidad de la producción y el suministro de energía, teniendo en cuenta otros factores importantes como el éxito de las medidas de conservación de la energía, la competitividad económica a largo plazo de la energía nuclear, el crecimiento de la producción de carbón, las disponibilidades futuras del mineral de uranio, el cambio en las medidas regulatorias del medio ambiente, pero sobre todo dependerá de que se alcance un consenso entre las diversas fuerzas sociales y políticas en admitir que los beneficios de la energía nuclear van a superar a los posibles riesgos que comporta su proliferación.

Además, la región enfrenta varios desafíos, como el bajo crecimiento económico a largo plazo, la alta dependencia de los ingresos del petróleo y las materias primas en su estructura exportadora, el establecimiento de zonas de sacrificio que esta dependencia provoca en las comunidades locales, la desigualdad social y el acceso limitado a los servicios públicos. En América Latina solo Brasil, Argentina y México tienen centrales nucleares para abastecer sus redes eléctricas. Pero en Bolivia, la empresa estatal rusa Rosatom, está construyendo un centro de desarrollo de tecnología nuclear para aplicaciones en la medicina y la agricultura, mientras que en Argentina el Banco Comercial e Industrial de China está financiando la construcción de dos nuevos reactores.

Las innovaciones tecnológicas en el sector nuclear pueden beneficiar a los seres humanos y al medio ambiente, lo que podría ser suficiente para construir una mejor opinión pública sobre las actividades nucleares. Si pensamos en (i) la innovación tecnológica, (ii) la participación pública y (iii) la gobernanza de la energía nuclear como tres motores separados que trabajan en sinergia, uno puede imaginar que una mayor tasa de aceleración para cada uno conduce en última instancia a un logro más rápido de los objetivos de cada uno de ellos. La energía nuclear, más que otra fuente energética, simboliza el compromiso con el crecimiento y el consumo.

Vale la pena señalar que el desarrollo de nuevas tecnologías de almacenamiento de energía y los costos cada vez menores de las fuentes de energía renovables las hacen

más competitivas y atractivas para la inversión, reduciendo así la necesidad de energía nuclear. Sin embargo, cada país tiene su política y punto de vista sobre la energía nuclear. Es esencial considerar las especificidades de cada país y región para comprender las perspectivas futuras de la inversión en energía nuclear.

Las expectativas de inversión en energía nuclear son variadas y dependen de múltiples factores. En algunos países, como China, Rusia y la India, la energía nuclear sigue siendo vista como una fuente esencial de energía limpia y con bajas emisiones de carbono, y hay planes para una expansión significativa de la capacidad nuclear en los próximos años. Sin embargo, en otros países como Alemania, Francia, Japón y Estados Unidos, las perspectivas son menos optimistas, con planes para reducir la dependencia de la energía nuclear o incluso dismantelar las plantas existentes.

Tal como han señalado David Sills y Charles Unseld (1979), las implicaciones que acompañan al reconocimiento de que los problemas energéticos son tanto de naturaleza social y política como lo son de carácter técnico, estamos empeñados en una tarea que no es otra que la de determinar el tipo de sociedad que deseamos, y el camino que se va a elegir para alcanzar la sociedad del futuro.

Bibliografía

Galindo, A. 2021. ¿Qué es la energía nuclear? La ciencia de la energía nucleoelectrica. Oficina de Información al Público y Comunicación del OIEA. <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-energia-nuclear-la-ciencia-de-la-energia-nucleoelectrica>

El periódico de la energía. 2019. La central nuclear brasileña construida en medio de un paraíso. <https://elperiodicodelaenergia.com/la-central-nuclear-brasilena-construida-en-medio-de-un-paraiso/>

Ferrando, M. G. (1981). El debate público sobre el uso de la energía nuclear. Reis, 16, 57–90. <https://doi.org/10.2307/40182967>

Barciela, F. (2009). El inevitable regreso de la energía nuclear. *Política Exterior*, 23(131), 127–136. <http://www.jstor.org/stable/20647153>

CANOSA, J. (2010). LA LUCHA POR LA ENERGÍA NUCLEAR. Cuadernos de Pensamiento Político, 27, 189–201. <http://www.jstor.org/stable/27822329>

Antonakakis, N., Chatziantoniou, I. y Filis, G. (2017). Consumo de energía, emisiones de CO₂ y crecimiento económico: un dilema ético. *Reseñas de energías renovables y sostenibles*, 68 , 808–824.

Bertinat, P. (2016). *Transición energética justa. Pensando la democratización energética* . Fundación Friedrich Ebert (Fez). Análisis n° 1/2016 Uruguay. Recuperado de <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/uruguay/13599.pdf>

Abas, N., Kalair, A. y Khan, N. (2015). Revisión de los combustibles fósiles y las tecnologías energéticas del futuro. *Futuros*, 69 (2015), 31–49. <https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1016/j.futures.2015.03.003>

Patti, Carlo, 'Brazil: An Emerging Nuclear Power' , en Jeffrey D. Needell (ed.) , *Brasil emergente: perspectivas clave sobre una nueva potencia global* (Gainesville, Florida, EE.UU., 2015; edn en línea, Florida Scholarship Online , 21 de enero de 2016), <https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.5744/florida/9780813060675.003.0014>

Mikael Jhordan Lacerda Cordeiro, Maurício Felipe Bemfica de Oliveira, Daniel de Abreu Pereira Uhr, Júlia Gallego Ziero Uhr, La energía nuclear en Brasil: regulación, corrupción y perspectivas para la generación de energía, *The Journal of World Energy Law & Business*, 2023 ;, jwad027 , <https://doi-org.crai-ustadigital.usantotomas.edu.co/10.1093/jwelb/jwad027>

Jawerth,N. (2020). Entrevista: opinión pública sobre la energía nuclear y sobre su importancia para la transición a una energía limpia. <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/entrevista-opinion-publica-sobre-la-energia-nuclear-y-sobre-su-importancia-para-la-transicion-a-una-energia-limpia>