

Cambio climático versus guerra nuclear: el rol de los nuevos reactores nucleares en la mediación de dos riesgos catastróficos globales

Actualmente existen múltiples riesgos catastróficos que requieren de nuestra atención. A pesar de esto, nuestras respuestas inmediatas no tienden a ser integrales y, por tanto, buscando disminuir la posibilidad de un riesgo incrementamos la posibilidad de otro. Un claro ejemplo de esta situación es el uso de energía nuclear para evadir la producción de electricidad utilizando plantas fósiles. Basándonos en el objetivo 7 de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), actualmente se buscan sistemas que produzcan energía asequible y no contaminante, esto es, que no generen afectaciones en el clima ni en los ecosistemas. Debido al aumento población acelerado de los últimos años se espera que para el 2035 vivan 8.5 billones de personas y, por tanto, se puede predecir un aumento del consumo energético del 34% (Suman 2018, 167). La mayor demanda de electricidad impacta la cantidad de gases que causan el efecto invernadero debido a que un gran porcentaje de estos provienen de la producción de energía en varios niveles. La creciente preocupación por la crisis ambiental y el aumento de la temperatura global nos lleva a pensar que la industria nuclear puede llegar a ser una solución viable, sin embargo, esta industria acarrea ciertos factores específicos que posibilitan una catástrofe global nuclear futura. Por este motivo, se busca analizar los avances de la industria nuclear actual con el fin de evaluar si el desarrollo de los nuevos reactores nucleares contribuye o no a la mitigación del riesgo climático sin contribuir al riesgo nuclear.

El Foro Internacional Generación IV (GIF) fue creado en enero del 2000, para elegir y supervisar los seis modelos de reactores avanzados que pretenden responder a las necesidades socio-ambientales y de seguridad actuales (Generation IV International Forum 2021, 14). Estos reactores son: el SCWR, el VHTR, el SFR, el LFR, el GFR y el MSR. Todos estos nuevos modelos utilizan cadenas de fisión controladas para producir energía que puede ser transformada en electricidad con una eficiencia térmica superior al 45%, esto es, superior a muchos otros sistemas de producción eléctrica (Pioro y Duffey 2015, 8). Los reactores están en capacidad de generar grandes cantidades de energía y no producen contaminación atmosférica directa, haciéndolos una opción interesante en el panorama energético (Stickler et al. 2013, 9604). A pesar de esto, debemos considerar los riesgos particulares de esta

industria, por ejemplo, los accidentes descontrolados como el de Fukushima o Three Mile Island, los desperdicios nucleares radioactivos y el riesgo de proliferación de armas nucleares. Además, aún existen retos prácticos en la disminución los costos de construcción y de operación, la obtención del combustible nuclear y el almacenamiento de los desperdicios nucleares. Por estos problemas, el GIF ha decidido priorizar cuatro elementos para evaluar los nuevos modelos: la sustentabilidad, la seguridad y fiabilidad, la resistencia a la proliferación y la economía. A continuación se hace un análisis sobre los primeros tres factores.

En términos de sustentabilidad, el rol que han tenido los reactores nucleares en la desaceleración del cambio climático es significativa. Gracias a la producción de energía eléctrica utilizando plantas nucleares se ha desacelerado la emisión de CO₂ de los últimos 60 años. Esta disminución contribuye significativamente a los ODS, especialmente a los objetivos 12 y 13 que hacen referencia a la producción y consumo responsable y a la acción por el clima, respectivamente. La industria nuclear ha evitado la emisión de 63 gigatoneladas de CO₂ desde 1971 hasta 2018 debido a que reemplaza muchas de las otras plantas energéticas que sí producen este tipo de gases (International Energy Agency 2019, 9). Sin la industria nuclear las emisiones por la generación de electricidad habrían sido 20% más altas, además, al rededor del 90% de la reducción en emisiones se produjo en países industrializados (International Energy Agency 2019, 9). Aunque la energía nuclear no pueda ser llamada una energía renovable, sí ha demostrado ser una energía limpia en este respecto y, por tanto, la contribución a la desaceleración del cambio climático es significativa.

A pesar de lo anterior, la industria nuclear no ha disminuido la explotación de recursos como el agua. Muchos reactores nucleares utilizan el agua como moderador y como refrigerante e, incluso los modelos innovadores que usan otros materiales distintos, requieren de grandes cantidades de este producto en caso de una emergencia. De hecho, la extracción de agua para el uso del sector energético aumentará en un 2% para el 2040 y se debe principalmente a centrales masivas como las centrales nucleares (International Energy Agency 2016, 20). Aunque parte del agua no es expuesta a la radiación y por tanto no se esté contaminando directamente este recurso, el aumento de la temperatura de la misma afecta al medioambiente

en cuanto a que cambia las dinámicas biológicas ya existentes (International Energy Agency 2016, 9). En vista de que los nuevos reactores no pueden dejar de utilizar este recurso, los nuevos reactores tienen como objetivo destilar agua marina para generar agua potable debido a que la energía térmica restante tras la producción de electricidad puede ser utilizada para procesos de electrólisis controlada y, así, generar hidrógeno y agua potable (I. Pioro 2016, 642). Además, estos nuevos reactores buscan desarrollar nuevos sistemas para regular la temperatura del agua antes de devolverla al medio. Aunque la explotación original del agua no es coherente con el desarrollo sostenible ambiental y esto es una limitación, la innovación en sistemas para potabilizar este recurso sí responde a otras crisis actuales.

En términos de seguridad podemos hablar sobre dos temas principales: la contención de los materiales radioactivos que atentan contra la salud humana y la contención de accidentes en las plantas nucleares. Sobre el primero, aunque existen contenedores de hormigón que almacenan los residuos nucleares, es necesario mejorar la tecnología destinada a disminuir la radiotoxicidad de estos materiales. Por ejemplo, actualmente se está investigando la posibilidad de utilizar nitruro de uranio como combustible debido a que este logra mantener la eficiencia del sistema, no acumula energía innecesaria y facilita la eliminación de combustible utilizado altamente radioactivo a través de procesos PUREX (Ekberg et al. 2018, 314). Pero estas nuevas investigaciones no responden a qué se debería hacer con los residuos ya existentes. A pesar de que la industria nuclear tiene más de 60 años aún no existe un depósito de residuos nucleares de largo plazo, incluso después de proyectos como el depósito en Yucca Mountain, Nevada que fue suspendido por problemas políticos (Suman 2018, 170). Para mitigar este problema, los nuevos reactores nucleares procuran disminuir la cantidad de desperdicios radioactivos y utilizan el combustible viejo de reactores ya existentes para producir más energía eléctrica. Esto contribuye significativamente a la disminución de las reservas de material radioactivo ya existente sin producir más desechos adicionales. Sin embargo, siempre habrán desechos radioactivos y será necesario pensar en un plan de contención adicional para no contribuir al aumento de radiación medioambiental.

En línea con lo anterior, sobre el segundo tema respecto a la seguridad, a los nuevos reactores se les exige una cantidad más exhaustiva de protocolos y métodos de contención para mitigar

los daños en un accidente nuclear. Estas nuevas centrales nucleares cuentan con más estructuras de materiales absorbentes que evitan que los rayos radioactivos escapen del núcleo del reactor y que, en caso de un accidente, contienen la explosión. Estos sistemas más estructurados de seguridad permiten disminuir la posibilidad de un riesgo catastrófico como el vivido en Fukushima pero, sin embargo, no terminan de eliminar la posibilidad de que un accidente ocurra. El problema es que incluso la exposición prolongada a pequeñas cantidades de radiación puede generar efectos biológicos en el largo plazo, por ejemplo, permite que se desarrollen distintos tipos de cáncer o puede afectar los códigos genéticos (Caldicott 1994, 29). Esto afecta significativamente la salud humana pero también la vida biológica alrededor de la planta nuclear. De hecho, debido a que la radiación puede afectar los códigos genéticos, se ha logrado evidenciar cómo afecta a muchos animales y plantas llevándolos muchas veces a enfermarse o a quedar estériles (Caldicott 1994, 34). Esto va en contra del objetivo 15 de los ODS sobre la preservación de la vida en ecosistemas terrestres. Por tanto, aunque los nuevos modelos contribuyan a la disminución del riesgo de una catástrofe, no eliminan esta posibilidad y por tanto es todavía necesario encontrar maneras de mitigar el escape de radiación completamente.

Finalmente, el diseño de los reactores de Generación IV procura minimizar la probabilidad de proliferación de armas nucleares. Según los objetivos del GIF, “los reactores nucleares de Generación IV aumentarán serán una ruta muy poco atractiva y menos deseable para la desviación o el robo de materiales utilizables para armas, y proporcionarán mayor protección física contra los actos de terrorismo” (2021, 70). Para lograr esto se utilizan combustibles que no permiten enriquecer mucho los materiales radioactivos, esto es, que no terminan de producir el combustible de un arma nuclear sino que solo pueden utilizar el material para generar energía eléctrica. En otros casos específicos, se busca mezclar el combustible con otros materiales para que sea inutilizable para otros propósitos (I. Pioro 2016, 561). Adicionalmente, el núcleo de los reactores está más protegido y no es sencillo extraer materiales de este a conveniencia para otros usos. Estos nuevos mecanismos para imposibilitar el uso de reactores nucleares para la producción de armas permite también seguridad internacional y comienza a desintegrar la idea de que todo reactor nuclear indica

necesariamente armas. Esto disminuye, pero no elimina, la posibilidad de una guerra nuclear futura y, consecuentemente, de una catástrofe radioactiva mundial.

En conclusión, los avances de la industria nuclear contribuyen a la mitigación del riesgo climático en tanto que permiten la producción de electricidad de forma masiva sin producir grandes cantidades de gases como el CO₂ y, además, porque buscan disminuir el impacto que tiene sobre la explotación de otros recursos como el agua. Sin embargo, estos nuevos reactores no terminan de responder satisfactoriamente a la necesidad de sistemas de contención de desechos radioactivos y, adicionalmente, no pueden prometer que no habrán nuevos accidentes nucleares en el futuro. Finalmente, estos sí buscan reducir la posibilidad de una guerra nuclear y, consecuentemente, no aumentan el posible riesgo de la producción de armas nucleares. Cabe notar aquí que, aunque el posible riesgo de un desastre catastrófico inminente se haya mitigado porque ya no es posible producir nuevas armas, el riesgo biológico en el largo plazo por la radiación se mantiene. Aunque sí hay desarrollos significativos para mitigar los efectos de un posible accidente o un posible escape radioactivo, es importante tener en cuenta este tipo de riesgos en el momento de comparar este sistema de producción energética con otros sistemas alternativos como los paneles solares y las torres eólicas. Esta última salvedad nos lleva incluso a cuestionar lo que consideramos catastrófico, por ejemplo, ¿es catastrófico que una sola mujer trabajadora en una planta nuclear quede infértil por la exposición a la radiación? Tal vez si seguimos pensando en la visión macroscópica procuremos evaluar los riesgos globales por el número de personas afectadas y esto no nos permita ver el riesgo simbólico de afectar la vida, aunque sea solo una vida individual.

Bibliografía

- Caldicott, Helen. 1994. *Nuclear madness: what you can do*. Nueva York: W. W. Norton & Company.
- Ekberg, C, D Ribeiro Costa, M Hedberg, y M Jolkkonen. 2018. «Nitride fuel for gen iv nuclear power systems.» *Journal of radioanalytical and nuclear chemistry* 318 (3): 1713-1725.

- Generation IV International Forum. 2021. *Annual Report 2020*. Reporte anual, Paris: Nuclear Energy Agency.
- International Energy Agency. 2016. *Water energy nexus*. Reporte, Paris: IEA.
- International Energy Agency. 2019. «Nuclear power in a clean energy system.» Reporte, Paris.
- Pirotto, I. 2016. *Handbook of Generation IV Nuclear Reactors*. Vol. 103. Elsevier Science.
- Pirotto, I., y R. Duffey. 2015. «Nuclear power as a basis for future electricity generation.» *ASME Journal of Nuclear Engineering and Radiation Science* 1 (1).
- Stickler, Claudia M., Michael T. Coe, Marcos H. Costa, Daniel C. Nepstad, David G. McGrath, Livia C. P. Dias, Hermann O. Rodrigues, y Britaldo S. Soares-Filho. 2013. «Dependence of hydropower energy generation on forests in the Amazon Basin at local and regional scales.» *National Academy of Sciences* 110 (23): 9601–9606.
- Suman, S. 2018. «Hybrid nuclear-renewable energy systems: A review.» *Journal of Cleaner Production* 181: 166-177.