PERSPECTIVA

Hacia un debate informado por la evidencia, responsable e inclusivo sobre la geoingeniería solar: Una respuesta a la propuesta de un "Acuerdo de No Uso"

Autores:

*__Edward A. Parson__, Universidad de California, Los Ángeles, parson@law.ucla.edu, 0000-0001-9062-8077

Holly J. Buck, Universidad de Buffalo, hbuck2@buffalo.edu

Sikina Jinnah, Universidad de California, Santa Cruz, sjinnah@ucsc.edu, 0000-0003-4528-3000

Juan Moreno-Cruz, Universidad de Waterloo, juan.moreno-cruz@uwaterloo.ca, 0000-0003-3707-142X

Simon Nicholson, American University, simon.nicholson@american.edu, 0000-0002-8081-5968

Conflictos de intereses: N/A

Traductor:

* Ignacio Mastroleo, Programa de Bioética FLACSO Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina, imastroleo@flacso.org.ar

* María Inés Carabajal, Instituto de Ciencias Antropológicas, Universidad de Buenos Aires (ICA, FFyL, UBA), Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) Argentina. micarabajal@gmail.com

Reconocimiento de uso de IA

Deepl fue utilizado para realizar un primer borrador de la traducción, la cual fue revisada por los traductores mencionados más arriba. La responsabilidad por el texto final queda en el grupo de traductores.

Resumen

Un destacado artículo publicado recientemente en esta revista y la carta abierta que lo acompaña proponen un amplio «Acuerdo de No Uso» (ANU) a nivel internacional sobre las actividades relacionadas con la geoingeniería solar (GS). El ANU insta a los gobiernos a renunciar al uso a gran escala de la GS; también a no financiar la investigación sobre la GS, prohibir los experimentos al aire libre, no otorgar derechos de propiedad intelectual y a rechazar

los debates sobre la GS en las organizaciones internacionales. Nosotros argumentamos que este rechazo preventivo de la investigación y consulta pública privaría a los futuros encargados de formular políticas, del conocimiento y la capacidad que respaldarían decisiones informadas para limitar de forma segura y equitativa el riesgo climático, sostener el bienestar humano y proteger los ecosistemas amenazados. En contraste con las amplias prohibiciones del ANU, proponemos una vía alternativa a corto plazo con cinco elementos: evaluar los riesgos y beneficios de la GS en el contexto de los riesgos y respuestas climáticos relacionados; distinguir los riesgos y las necesidades de gobernanza de la GS en cuanto a su investigación y despliegue; realizar investigaciones tratando las incertidumbres y los resultados divergentes con imparcialidad; aprovechar la normalización de la GS como un camino hacia la evaluación y la gobernanza efectiva; y construir una conversación más inclusiva a nivel mundial sobre la GS y su gobernanza. Estos principios respaldarían un enfoque más informado, responsable e inclusivo, que limite los riesgos climáticos e incluya evaluaciones sobre el papel potencial o el rechazo de la GS, antes que el enfoque prohibitivo del ANU.

Gráfico visual: por determinar

1. INTRODUCCIÓN

A medida que el cambio climático antropogénico y sus repercusiones aumentan, el rol potencial de la geoingeniería solar (GS) para limitar los riesgos climáticos suscita cada vez más interés y controversia. La GS -también llamada modificación de la radiación solar o reflexión de la luz solar, MRS- podría contrarrestar, temporal e imperfectamente, el calentamiento global proyectado y algunos impactos resultantes. El método de GS más discutido consistiría en rociar aerosoles reflectantes en la atmósfera superior para dispersar alrededor del uno por ciento de la luz solar entrante. Los modelos climáticos sugieren que esas intervenciones podrían complementar las reducciones de emisiones, la remoción de contaminantes atmosféricos y la adaptación para reducir los riesgos climáticos, más de lo que estas otras respuestas pueden lograr por sí solas. La GS también presenta nuevos riesgos, incertidumbres y desafíos de gobernanza (NRC 2021; PNUMA 2023). Recientemente, varios organismos científicos e internacionales han formulado recomendaciones preventivas para explorar los posibles usos, límites y riesgos de la GS mediante programas de investigación cuidadosamente gestionados y consultas gubernamentales y ciudadanas sobre las necesidades de gobernanza (NRC 2021; PNUMA 2023; OSTP 2023; Comisión sobre el Sobregiro Climático 2023; Junta Consultiva de Alto Nivel 2023; Comisión de la UE 2023).

Un artículo reciente en esta revista defiende enérgicamente una opinión contraria y propone un "Acuerdo de No Uso" (ANU) de cinco puntos sobre la GS (Biermann et al. 2022). El artículo argumenta que la GS presenta tres graves amenazas: sus riesgos ambientales son potencialmente severos y nunca podrán conocerse por completo; depender de esta tecnología podría socavar la importancia de reducir las emisiones; y es imposible establecer un control eficaz, inclusivo y justo sobre su uso. Basándose en todo ello, el ANU llama a los gobiernos y a la ONU a "tomar un control político efectivo y restringir el desarrollo" de la GS. Aunque se denomina acuerdo de "no uso", la propuesta va mucho más allá de un acuerdo para no utilizar la GS. También bloquearía la financiación pública de la investigación sobre la GS, prohibiría los

experimentos de GS, de cualquier escala, al aire libre, así como los derechos de patente de las tecnologías relacionadas y limitaría el debate sobre la GS en las instituciones internacionales.

La GS podría contribuir a limitar los riesgos climáticos, mantener el bienestar humano y proteger los ecosistemas amenazados; o podría acarrear nuevos y serios riesgos. Por eso son muy importantes las primeras medidas sobre su investigación, gobernanza y potencial rol en las respuestas climáticas (si las hubiera). A la vista de lo que está en juego y de las incertidumbres asociadas, existe una necesidad crítica de propuestas de investigación, políticas e iniciativas de gobernanza sean medibles y basadas en evidencias. En este sentido, resulta desafortunada la importancia que sigue teniendo el ANU entre algunas comunidades académicas y de la sociedad civil. Este propone recomendaciones categóricas, en un contexto de profunda incertidumbre, que desaconseja las certezas prematuras. Es muy selectivo en su tratamiento de la evidencia disponible y de las amenazas vinculadas al bienestar humano y al medio ambiente. Frente a las profundas amenazas materiales y morales, sugiere que una consideración honesta de las compensaciones y las decisiones difíciles puede evitarse. Sus propuestas concretas bloquearían los avances en el conocimiento y la capacidad de gobernanza, necesarios para tomar decisiones basadas en evidencias en respuesta al cambio climático, incluido cualquier uso o no uso de la GS. Esta postura prohibicionista sólo puede justificarse asumiendo la certeza de que el uso de la GS no estaría garantizada bajo ninguna circunstancia, una suposición que, dada la gran incertidumbre sobre el clima futuro, podría aumentar el riesgo de daños e injusticias.

Ofrecemos una respuesta a la ANU y los argumentos que apoyan a Biermann et al. En lugar de seguir sus argumentos punto por punto, enmarcamos nuestra respuesta afirmativamente, como cinco elementos que consideramos necesarios para un debate constructivo y razonado sobre la GS. De estos cinco elementos, cuatro representan diferencias con Biermann et *al* y la ANU, y el quinto es un punto en el que estamos de acuerdo con su objetivo, pero sostenemos que sus propuestas concretas van en contra de este objetivo común. Insistimos en que estas propuestas se refieren a medidas a corto plazo: cualquier enfoque de deliberación, investigación o acción relacionado con la respuesta al cambio climático, incluyendo específicamente el papel potencial de la GS, debe adaptarse con el tiempo a los nuevos conocimientos, capacidades y experiencias.

2. DEBATE INFORMADO, RESPONSABLE E INTEGRADOR: CINCO ELEMENTOS

2.1. Evaluar la geoingeniería solar en el contexto de los riesgos y respuestas climáticas relacionadas

La propuesta del ANU adopta una postura de extrema precaución frente al GS, tanto por los riesgos directos derivados de su uso como por los riesgos indirectos, es decir, riesgos mediados sociopolíticamente, derivados de investigarlo o debatirlo. Sin embargo, estos riesgos relacionados con la GS no existen de forma aislada, sino en el contexto de los riesgos sociales totales derivados del cambio climático. Los riesgos climáticos son graves, están muy desigualmente distribuidos y, con cada año de retraso, la escala de la reducción de emisiones y

de las medidas de adaptación necesarias para limitarlos se vuelve más extrema. Usada para complementar los recortes de emisiones, la adaptación y la remoción atmosférica de CO_2 , la GS podría reducir los daños y las injusticias relacionados con el clima (MacMartin et al, 2019). También presenta nuevos riesgos, debido a la corrección imperfecta del cambio climático, los impactos ambientales directos, las posibles intervenciones fallidas y las decisiones imprudentes o de corto plazo que podrían tomarse basándose en la capacidad. Estas posibilidades de daño directo o indirecto exigen una evaluación cautelosa y que priorice el desarrollo sostenible y equitativo.

La evaluación de los riesgos relacionados con la GS fracasará de todas formas si ignora los riesgos de fondo derivados del cambio climático y sus interacciones con otras respuestas. Los riesgos de la GS deben sopesarse en un marco de riesgo-contra-riesgo[1], teniendo en cuenta los daños sociales y los impactos distributivos del cambio climático, *así como* los riesgos y consecuencias diversas de otras respuestas y soluciones, evaluados conforme a los mismos criterios (Harding et al, 2022; Parson, 2021; Felgenhauer et al, 2022). La reducción de las emisiones y la adaptación son respuestas esenciales y prioritarias pero su rápida expansión también presentará potenciales riesgos e injusticias: riesgos de no alcanzar los objetivos y no abordar los impactos climáticos, y riesgos de perseguirlos hasta el extremo para mantener los objetivos climáticos al alcance. Por ejemplo, ya se están produciendo carreras y acaparamientos de tierras por nuevos recursos estratégicos en el Sur Global (Sovacool 2021; Zografos y Robbins 2020; Kramarz, Park y Johnson 2021). Para que la evaluación de los riesgos de la GS sirva de base a las respuestas del mundo real, se debe tener en cuenta este contexto.

2.2 Distinguir los riesgos y las necesidades de gobernanza de la investigación y el despliegue.

Biermann et al. combinan los riesgos de desplegar la GS con los riesgos de investigarla o debatirla. Tres de las prohibiciones propuestas se centran en actividades relacionadas con la investigación o la consulta -la financiación pública de la investigación, los experimentos al aire libre, independientemente de su escala, y los debates en instituciones internacionales- más que en el uso real.[2] Aunque el ANU evita abogar explícitamente por la prohibición de la investigación relacionada con la GS, la combinación de las prohibiciones de financiación pública y de todos los experimentos al aire libre restringiría la investigación de forma casi equivalente a una prohibición.

Que el ANU afirme no obstruir la investigación climática sólo porque se centra en las tecnologías de GS no es realista. La investigación científica sobre métodos e impactos de la

[1] Acá los autores hacen un juego de palabras entre “Risk Framework” (o “Risk Management Framework”, que refiere a una perspectiva de Manejo del Riesgo) y la presencia de una doble riesgo (risk-risk) que serían los daños sociales del Cambio Climático y su distribución desigual por un lado, y los que responden a otras causas por otro.

[2] Pág. 5. El punto de la ANU sobre la consulta internacional está redactado de forma oscura, por lo que ofrecemos su texto completo: "El compromiso de oponerse a la futura institucionalización de la geoingeniería solar planetaria como opción política en las instituciones internacionales pertinentes, incluida la evaluación por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático."

GS se solapa en gran medida con la investigación general sobre el clima (NRC 2015), y ambas requerirán y promoverán avances tecnológicos en paralelo (NRC 2021; Jinnah y Nicholson 2019; McLaren y Corry 2021). Afirmar que el ANU no restringe la "investigación legítima" empeora las cosas ya que implícitamente afirma la autoridad de estos autores para juzgar qué investigación es "legítima" y cuál no. El ANU pretende mantener la GS fuera de los límites de la investigación, enviando "un mensaje contundente sobre la indeseabilidad de la GS a las comunidades mundiales de investigación, tecnología y clima" (Biermann et al. 2022, 5). En nuestra opinión, esto limitaría el desarrollo de una gobernanza sólida y el avance de los conocimientos necesarios, incluido el conocimiento de las limitaciones y los riesgos de la GS.

La investigación y el despliegue no son lo mismo, como tampoco lo son sus riesgos, los desafíos de gobernanza o las respuestas adecuadas a los mismos. Una moratoria dirigida realmente al "uso" de GS, como propuso recientemente la Comisión sobre Riesgos Climáticos por Rebasamiento[3] (2023) -es decir, intervenciones a gran escala que podrían generar un daño transfronterizo significativo, ya sea con fines operativos o de investigación- bien podría estar justificada (Chhetri et al. 2018; Herzog y Parson 2016; Parson y Keith 2013). Pero los experimentos de GS que se contemplan actualmente son millones y miles de millones de veces más pequeños en escala para tener siquiera una influencia detectable en el clima global. No hay pruebas, y el ANU no propone ningún mecanismo creíble, por lo que discutir los retos de gobernanza de la GS o investigarla pueda plantear riesgos, al menos comparables a los de un uso a tan gran escala. Por tanto, no hay justificación ambiental para restringir estas actividades, y menos aún para las prohibiciones constructivas de la propuesta del ANU. La preocupación generalizada por los efectos indirectos de la investigación sobre la GS, como los que motivan a Biermann et al, podría justificar una gobernanza diferenciada para algunas actividades de investigación sobre la GS; pero las prohibiciones excesivamente amplias de la ANU harían más mal que bien, al impedir, en base a especulaciones vagas sobre daños indirectos, actividades potencialmente valiosas e inocuas para el medio ambiente.

2.3 Llevar a cabo investigaciones para evaluar riesgos y beneficios, considerando las incertidumbres de forma ecuánime.

La GS presenta múltiples incertidumbres en cuanto a sus posibles contribuciones, limitaciones y riesgos. Algunos de estos riesgos están relacionados con los efectos directos de su despliegue. La GS sólo puede corregir de manera imperfecta los efectos de los gases de efecto invernadero elevados; su corta vida atmosférica no se corresponde con la larga vida del CO_2. También podría tener importantes impactos ambientales, como la alteración de la química estratosférica y el aumento de la contaminación ácida o por partículas, según el método utilizado. Otras preocupaciones son indirectas y se derivan de posibles malas decisiones sobre el uso o la gestión de la GS, o sobre cómo puede interactuar con otras respuestas climáticas: por ejemplo, posibles formas de implementación egoístas que provoquen impactos regionales divergentes, shock climático —si se interrumpe repentinamente una fuerte intervención de GS— desestabilización geopolítica y la perspectiva de que una confianza excesiva en la GS pueda socavar los esfuerzos esenciales de descarbonización o adaptación.

[3] Se refiere al Climate Overshoot commission: https://www.overshootcommission.org/

Mientras que los avances en los conocimientos basados en la investigación no garantizan la resolución de los problemas políticos, los argumentos sobre la GS se encuentran ahora bajo un grave déficit de conocimientos, afectando tanto a los debates políticos como a la educación climática en general. Los riesgos y beneficios de la GS necesitan ser investigados para evaluar su magnitud, mecanismos y potenciales respuestas. Las propuestas de acción deben tener en cuenta tanto las conjeturas y los resultados positivos, como los negativos, y tratar las incertidumbres y las pretensiones contrapuestas de forma equitativa. A pesar de lo limitado de las investigaciones realizadas hasta ahora, se dispone de resultados sobre la mayoría de los principales problemas. Varias docenas de estudios de modelos climáticos sobre la GS, aunque distan mucho de ser concluyentes, han mostrado resultados ampliamente favorables sobre su eficacia, la distribución global de los beneficios y los impactos ambientales (Govindasamy y Caldeira 2000; Irvine et al. 2019; Eastham et al. 2018; Tilmes et al. 2018; Richter et al. 2018; Fan et al. 2021; Visioni et al. 2020; Organización Meteorológica Mundial 2022).

Aunque hay menos resultados sobre los riesgos indirectos, es decir, mediados sociopolíticamente, la investigación sobre estos muestra una mezcla de resultados prometedores y cautelosos (Parson y Ernst 2013; Rabitz et al. 2022). En contraste con la presunción del ANU de que la GS empeoraría la desigualdad, varios estudios sugieren que la GS podría en realidad reducir la desigualdad económica mundial (Harding et al. 2020; P. J. Irvine, Callies y Sugiyama 2019; IPCC WGIII 2022, en 2425). Otros estudios sugieren que los riesgos de shock de terminación (Parker e Irvine 2018; Rabitz 2019) y de conflicto geopolítico (Heyen, Horton y Moreno Cruz 2019) pueden ser exagerados o mitigables, y las afirmaciones de que la GS es incompatible con la democracia tienen poco fundamento (Horton et al. 2018). En cuanto al supuesto de que la GS podría socavar la descarbonización; la investigación empírica sobre individuos —que proporcionan una visión relevante pero imperfecta del comportamiento de los sistemas políticos–- muestra en gran medida el efecto contrario: conocer sobre GS aumenta el apoyo a los recortes de emisiones (Merk et al 2016; Cherry et al. 2023). Además, existen propuestas preliminares de intervenciones para mitigar el efecto en caso de que se produzca (Parson 2014; Reynolds 2022). Aunque estos resultados son provisionales, dibujan un panorama más variado y prometedor sobre los efectos de la GS y la capacidad de gestionarla, del que suponen Biermann et al. (2022).

La respuesta adecuada a un riesgo identificado depende de su probabilidad, gravedad, potencial de mitigación, y vínculos e intercambio con opciones relacionadas, cuyo mayor nivel de incertidumbre suele requerir más investigación para reducirlo. Los riesgos relacionados con el despliegue de la GS exigen que se investiguen tanto los riesgos como las formas de limitarlos, para construir un debate público informado y respaldar futuras decisiones sobre si la GS puede utilizarse de manera beneficiosa, cómo y en qué condiciones. Del mismo modo, los riesgos derivados de cómo se utiliza o gobierna la GS exigen diálogo y análisis para comprender estos riesgos y explorar formas de controlarlos.

Contrariamente a la presunción del ANU, la mera identificación de un riesgo potencial de uso de la GS no constituye un argumento válido para prohibir la investigación o las consultas sobre

gobernanza. Para ello habría que demostrar que estas actividades son directamente perjudiciales o que conducirán inexorablemente a su despliegue aunque se lo desaconseje. Ambos puntos son afirmados pero con poco apoyo. Las afirmaciones sobre el daño directo de la investigación se han basado en quién la realiza, pero han violado sus propios estándares en esas dimensiones (Stephens y Surprise 2020; Táíwò y Talati 2021). Las afirmaciones sobre la posibilidad de dependencia del despliegue a través de la investigación de la GS o los debates sobre su gobernanza no han identificado los mecanismos por los cuáles podría darse dicha dependencia (Cairns 2014; McKinnon 2019). La dependencia sociotecnológica en otros casos ha implicado mecanismos de normas técnicas vinculadas o economías de escala y alcance, pero estos casos disímiles son analogías débiles para la GS (Bellamy y Healey 2018; Callies 2019; Liebowitz y Margolis 2013; Mahoney 2000; Vergne y Durand 2010). Estas preocupaciones sobre la investigación de GS pueden ser válidas pero en ausencia de un apoyo más sólido siguen siendo conjeturas. Estas subrayan la necesidad de investigación adicional en vez de proporcionar una base para rechazarla.

2.4. Aprovechar la normalización de la GS como vía hacia una evaluación y gobernanza eficaces.

El principal argumento que ofrecen Biermann et al. (2022) para bloquear la investigación es la necesidad de evitar la "normalización" de la GS. Aunque no ofrecen ninguna explicación ni razonamiento, el argumento debe ser que la normalización es intrínsecamente mala, o que la normalización proporciona el mecanismo de dependencia por el que la investigación se convierte en un despliegue irreflexivo de la tecnología. Pero la normalización es un concepto lábil, al que diversos campos e investigadores dan significados muy divergentes (Foucault 1977; Wolfensberger 1972; Montessori 1975; Vaughan 1996). En todos estos usos, el concepto de normalización es descriptivo, no evaluativo: normalizar algo no es aprobarlo, sino hacer que pase de ser extraño, desconocido o ignorado, a ser regular y –-normal— y, por lo tanto, sujeto a evaluación como otras cosas normales, mediante argumentos razonados y pruebas. Por tanto, la normalización no es buena ni mala en sí misma: depende de lo que se esté normalizando. Cualquier gran cambio social conlleva normalización, ya se trate de una innovación sociotécnica como la difusión del automóvil o de un avance moral como la ampliación de los derechos a grupos anteriormente excluidos o el reconocimiento de los límites ambientales a las actividades humanas.

Los conocimientos actuales no permiten afirmar con seguridad que la normalización de la GS vaya a conducir o no a su despliegue, así sea peligrosa o injustificada. La GS ha sido marginada en la investigación y el debate sobre el clima, por lo que ni sus posibles contribuciones ni sus límites y riesgos han sido objeto de un escrutinio adecuado. Consideramos probable que una investigación responsable públicamente, vinculada a amplias consultas sobre gobernanza, haga avanzar los conocimientos necesarios y la capacidad de gobernanza. Sin esto, no hay fundamentos para emitir opiniones fiables sobre la relación riesgo-beneficio de la GS ni sobre la viabilidad de gobernarla de forma aceptable. Es evidente que la gobernanza de la GS plantea retos que requerirán importantes innovaciones y el desarrollo de nuevas capacidades de gobernanza internacional (Parson y Ernst, 2013; Rabitz et

al., 2022) pero estas ya se han creado antes para satisfacer nuevas necesidades (Parson 2003; Sand 2017), Una rica y creciente literatura está explorando formas concretas de satisfacer esas nuevas necesidades de gobernanza para la GS (Gupta y Möller 2019; Jinnah et al. 2019; Conca 2019).

La investigación y la consulta que proponemos harán que las futuras decisiones relacionadas con el clima —incluidas las relativas a la GS— estén mejor fundamentadas. Las mismas actividades promoverán un debate más abierto y vigoroso, con mayores oportunidades para el escrutinio crítico y la exploración de opciones de gestión de riesgos. Estos procesos normalizarán la GS, en relación con su actual estatus marginal. Pero que también hagan más probable su uso dependerá de los conocimientos resultantes y de la capacidad de gobernanza. En la medida en que la normalización fomente una investigación fuertemente crítica, puede promover decisiones informadas, prudentes e inclusivas sobre el uso o no uso de la GS para la acción climática mundial y no debería rechazarse de forma preventiva.

2.5 Fomentar un debate global más inclusivo sobre la gobernanza de la GS

Hasta ahora, la investigación y el debate sobre la GS han estado dominados por investigadores del Norte Global (Jinnah y Nicholson 2019, Temple 2023**).** El debate sobre las implicaciones de la GS para la justicia también está dominado por comentaristas de Estados Unidos y Europa, que critican la GS en nombre de las comunidades marginadas (Táíwò y Talati 2021). A pesar de algunas iniciativas valiosas (Degrees Modeling Fund, 2023)[4], la participación de los líderes políticos, científicos y de la sociedad civil del Sur Global sigue siendo muy insuficiente. Estamos de acuerdo con Biermann et al, y con múltiples y destacados comentarios recientes, en que es esencial una participación más amplia en la investigación y el debate sobre la GS, especialmente del Sur Global (NRC 2021; PNUMA 2023; Climate Intervention Research Letter 2023; Wieners et al 2023; Overshoot Commission 2023).

Pero en cuanto a la necesidad de ampliar el debate, el ANU contiene contradicciones internas. Va más allá de la ampliación de la participación para pedir que se sitúe un "control político efectivo y aplicable" sobre la GS en "los países menos desarrollados y muchos otros países del Sur Global" (2022, 3). Pero sus llamados a suprimir la investigación, el desarrollo tecnológico y los debates sobre gobernanza les retienen este control al prejuzgar decisiones cruciales relacionadas. En concreto, reprimir la investigación negaría a los líderes del Sur Global la información que necesitarán para ejercer un control significativo. Este objetivo y acción propuesta sólo pueden conciliarse asumiendo con confianza que los líderes de las naciones vulnerables al clima, incluso las que se enfrentan a graves impactos climáticos, estarán de acuerdo con el rechazo categórico del ANU a la GS. Encontramos esa confianza injustificada, sobre todo porque el limitado compromiso de los actores del Sur Global hasta ahora sugiere una visión más práctica, dispuesta a considerar cualquier respuesta que pueda reducir los riesgos climáticos para sus naciones (Svoboda et al 2018; Carr y Yung 2018; Carr y Preston

[4] Nota del traductor: The Degrees Initiative es una ONG que financia y construye capacidades de investigación en modelado y en las dimensiones socio-políticas para evaluar el Manejo de la Radiación Solar, especialmente en los países del Sur Global. Más información: https://www.degrees.ngo/

2017; Sugiyama et al 2020; Universidad de las Indias Occidentales, 2023). Pero esto no nos corresponde juzgarlo, ni a nosotros ni a los autores de la propuesta del ANU.

Si el problema es que la investigación y el debate sobre la GS son demasiado limitados, la solución es sin duda ampliar la participación en estas actividades, no cerrarla. Esto significa que la investigación y el debate sobre la GS deben ser más accesibles globalmente, a través de iniciativas como la financiación pública, la colaboración y el desarrollo de capacidades a escala mundial y el acceso abierto a la información. La evaluación y la capacidad de gobernanza deben tener en cuenta las disparidades de recursos y las barreras estructurales que a menudo impiden una participación mundial significativa. Los riesgos y los desafíos de gobernanza de la GS necesitan más investigación y compromiso global, no especulaciones poco fundamentadas sobre lo que los líderes y las comunidades globales quieren, o peor aún, lo que *deberían* querer.

3. CONCLUSIÓN

Negarse a abordar la GS puede aumentar los riesgos agregados relacionados con el clima, especialmente para los más vulnerables. También planteará graves problemas prácticos. Las restricciones a la investigación, incluso si se adoptaran de forma generalizada, no detendrían la investigación sobre la GS, sino que simplemente la desplazarían de entornos financiados públicamente y responsables en Estados democráticos, a entornos menos visibles y responsables. El bloqueo de los debates internacionales no garantizaría que ningún Estado persiguiera la GS, sino que simplemente haría que esas decisiones estén menos informadas, sobre todo en el caso de los Estados con una capacidad de investigación limitada que deben confiar más en los organismos internacionales. Biermann *et al* tienen razón al afirmar que la decisión de aprender sobre la GS implicará riesgos, pero también los conllevará la elección de no aprender. Dadas las profundas implicaciones tanto para el riesgo agregado como para su distribución equitativa entre naciones y generaciones, el mundo no puede permitirse cerrar la investigación sobre GS antes de que se conozcan mejor sus riesgos y beneficios.

En términos más generales, los conocimientos actuales y la capacidad de gobernanza son insuficientes para respaldar conclusiones normativas o políticas firmes como las prohibiciones categóricas propuestas en el ANU. Las profundas cuestiones que plantea la GS exigen un debate más matizado y tentativo, basado en el avance de los conocimientos y en un compromiso con diversas perspectivas, que tenga seriamente en cuenta las profundas incertidumbres, lo mucho que está en juego y las complejas relaciones implicadas. Nuestras propuestas pretenden promover ese debate, pero no pueden ser la última palabra. El debate sobre el rol potencial de la GS en la respuesta al cambio climático debe ser adaptativo y perseguir una respuesta eficaz y justa, adaptándose al mismo tiempo a los profundos cambios que se avecinan en los conocimientos, la capacidad y las condiciones. Nadie puede predecir hoy las decisiones que tomarán los futuros responsables políticos sobre el clima y el rol de la GS. En lugar de excluir las opciones futuras, los actores actuales tienen dos deberes: reducir los riesgos tanto como sea posible y potenciar las decisiones futuras mediante el desarrollo de los conocimientos y las capacidades pertinentes. Tras una década en la que la GS se ha

mantenido al margen de la discusión climática, ahora hay indicios de que se está avanzando hacia un debate serio, basado en evidencia, e inclusivo, que consideramos necesario.

Información sobre financiación

Agradecimientos

Notas
N/A

Referencias

Bellamy, R., y Healey, P. (2018). ¿'Pendiente resbaladiza' o 'lucha cuesta arriba'? Ampliando los escenarios de expertos de investigación y desarrollo de ingeniería climática. *Environmental Science & Policy*, *83*, 1-10.

Biermann, F., Oomen, J., Gupta, A., Ali, S. H., Conca, K., Hajer, M. A., ... & VanDeveer, S. D. (2022). Solar geoengineering: The case for an international non-use agreement. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, *13*(3), e754.

Cairns, R. C. (2014). Climate geoengineering: issues of path-dependence and socio-technical lock-in. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, *5*(5), 649-661.

Callies, D. E. (2019). El argumento de la pendiente resbaladiza contra la investigación en geoingeniería. *Journal of Applied Philosophy*, *36*(4), 675-687.

Carr, W. A., & Yung, L. (2018). Percepciones de la ingeniería climática en el Pacífico Sur, el África subsahariana y el Ártico norteamericano. *Cambio climático*, *147*, 119-132.

Carr, W., & Preston, C. J. (2017). Vulnerabilidades sesgadas y corrupción moral en perspectivas globales sobre ingeniería climática. *Environmental Values*, *26*(6), 757-777.

Cherry, T. L., Kroll, S., McEvoy, D. M., Campoverde, D., & Moreno-Cruz, J. (2023). Climate cooperation in the shadow of solar geoengineering: an experimental investigation of the moral hazard conjecture. *Environmental Politics*, *32*(2), 362-370.

Chhetri, N., Chong, D., Conca, K., Falk, R., Gillespie, A., Gupta, A., ... & Nicholson, S. (2018). Gobernando la gestión de la radiación solar. En *Foro para la evaluación de la ingeniería climática: Informe del Grupo de Trabajo Académico sobre Gobernanza de la Ingeniería Climática*.

Carta de investigación sobre la intervención climática. (2023). Obtenido de https://climate-intervention-research-letter.org/

Comisión sobre el Sobregiro Climático. (2023). Reducir los riesgos del sobregiro climático. https://www.overshootcommission.org/

Conca, K. (2019). Perspectivas para un diálogo entre múltiples partes interesadas sobre ingeniería climática. *Environmental Politics*, *28*(3), 417-440.

Degrees Modeling Fund (2023), DMF Research Papers, marzo de 2023. https://www.degrees.ngo/resources/

Eastham, S. D., Weisenstein, D. K., Keith, D. W., & Barrett, S. R. (2018). Cuantificación del impacto de la geoingeniería del sulfato en la mortalidad por la calidad del aire y la exposición a los rayos UV-B. *Atmospheric environment*, *187*, 424-434.

Comisión Europea (2023). Grupo de Asesores Científicos Principales, Scoping Paper: Modificación de la radiación solar. 3 de agosto de 2023. https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2023-08/Scoping_paper_SRM.pdf

Fan, Y., Tjiputra, J., Muri, H., Lombardozzi, D., Park, C. E., Wu, S., & Keith, D. (2021). Solar geoengineering can alleviate climate change pressures on crop yields. *Nature Food*, *2*(5), 373-381.

Felgenhauer, T., Bala, G., Borsuk, M., Brune, M., Camilloni, I., Wiener, J.B., Xu, J. (2022). Solar Radiation Modification: A Risk-Risk Analysis, Carnegie Climate Governance Initiative (C2G), www.c2g2.net.

Foucault, M. 1977. *Disciplinar y castigar: El nacimiento de la prisión*. Vintage

Govindasamy, B., y Caldeira, K. (2000). Geoengineering Earth's radiation balance to mitigate CO2-induced climate change. *Geophysical Research Letters*, *27*(14), 2141-2144.

Gupta, A., & Möller, I. (2019). Gobernanza de facto: cómo las evaluaciones autorizadas construyen la ingeniería climática como objeto de gobernanza. *Environmental Politics*, *28*(3), 480-501.

Harding, A. R., Ricke, K., Heyen, D., MacMartin, D. G., & Moreno-Cruz, J. (2020). Climate econometric models indicate solar geoengineering would reduce inter-country income inequality. *Nature Communications*, *11*(1), 227.

Harding, A. R., Belaia, M., & Keith, D. W. (2022). The value of information about solar geoengineering and the two-sided cost of bias. *Climate Policy*, 1-11.

Herzog, M., y Parson, E. A. (2016). Moratoria para la gobernanza global y la tecnología impugnada: El caso de la ingeniería climática. *UCLA School of Law, Public Law Research Paper*, (16-17).

Heyen, D., Horton, J., & Moreno-Cruz, J. (2019). Implicaciones estratégicas de la contra-geoingeniería: ¿choque o cooperación? *Journal of Environmental Economics and Management*, *95*, 153-177.

Consejo Consultivo de Alto Nivel sobre el Multilateralismo Eficaz. 2023. Un gran avance para las personas y el planeta. Centro de Investigación Política 2023 de la UNU. https://highleveladvisoryboard.org/breakthrough/

Horton, J. B., Reynolds, J. L., Buck, H. J., Callies, D., Schäfer, S., Keith, D. W., & Rayner, S. (2018). Geoingeniería solar y democracia. *Política medioambiental global*, *18*(3), 5-24.

IPCC. (2022). Cambio Climático 2022: Mitigación del Cambio Climático. Contribución del Grupo de Trabajo III al 6º Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC). En P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen,

D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley (Eds.), Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido y Nueva York, NY, EE.UU. doi:10.1017/9781009157926

Irvine, P., Emanuel, K., He, J., Horowitz, L. W., Vecchi, G., & Keith, D. (2019). Reducir a la mitad el calentamiento con geoingeniería solar idealizada modera los riesgos climáticos clave. *Nature Climate Change*, *9*(4), 295-299.

Jinnah, S., & Nicholson, S. (2019). La política oculta de la ingeniería climática. *Nature Geoscience*, *12*(11), 876-879.

Jinnah, S., Nicholson, S., Morrow, D. R., Dove, Z., Wapner, P., Valdivia, W., ... & Chhetri, N. (2019). Gobernando la ingeniería climática: una propuesta para la gobernanza inmediata de la gestión de la radiación solar. *Sostenibilidad*, *11*(14), 3954.

Kramarz, T., Park, S., & Johnson, C. (2021). Governing the dark side of renewable energy: a typology of global displacements. *Energy research & social science*, *74*, 101902.

Liebowitz, S. J., y Margolis, S. E. (2013). La problemática trayectoria del movimiento lock-in. *Journal of Competition Law and Economics*, *9*(1), 125-152.

MacMartin, D. G., Irvine, P. J., Kravitz, B., & Horton, J. B. (2019). Características técnicas de un despliegue de geoingeniería solar e implicaciones para la gobernanza. *Climate Policy*, *19*(10), 1325-1339.

Mahoney, J. (2000). Path dependence in historical sociology. *Theory and society*, *29*(4), 507-548.

McKinnon, C. (2019). ¿Sonambulismo hacia el encierro? Avoiding wrongs to future people in the governance of solar radiation management research. *Environmental Politics*, *28*(3), 441-459.

McLaren, D., & Corry, O. (2021). The politics and governance of research into solar geoengineering. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, *12*(3), e707.

Merk, Christine, Gert Pönitzsch y Katrin Rehdanz. "El conocimiento sobre la inyección de aerosoles no reduce los esfuerzos individuales de mitigación". *Environmental Research Letters* 11.5 (2016): 054009.

Montessori, M. (1995). *La mente absorbente.* Nueva York, Henry Holt.

Consejo Nacional de Investigación (2015). *Intervención climática: Reflejando la luz solar para enfriar la tierra*. National Academies Press, Washington, DC.

Consejo Nacional de Investigación (2021). *Reflejando la luz solar: Recommendations for solar geoengineering research and research governance*. National Academies Press, Washington, DC.

Oficina de Política Científica y Tecnológica (OSTP), Oficina Ejecutiva del Presidente (2023). Congressionally mandated research plan and an initial research govenrance framework related to solar radiation modification. Junio. https://www.whitehouse.gov/ostp/news-updates/2023/06/30/congressionally-mandated-report-on-solar-radiation-modification/

Parker, A., & Irvine, P. J. (2018). El riesgo de choque de terminación de la geoingeniería solar. *Earth's Future*, *6*(3), 456-467.

Parson, E.A. (2003). *Protección de la capa de ozono: Science and Strategy*. Oxford University Press. New York

Parson, E. A. (2014). La ingeniería climática en la gobernanza mundial del clima: Implicaciones para la participación y la vinculación. *Transnational Environmental Law*, *3*(1), 89-110.

Parson, E. A. (2021). Geoingeniería: precaución simétrica. *Science*, *374*(6569), 795-795.

Parson, E. A., & Ernst, L. N. (2013). Gobernanza internacional de la ingeniería climática. *Theoretical Inquiries in Law*, *14*(1), 307-338.

Parson, E. A., y Keith, D. W. (2013). Poner fin al punto muerto en la gobernanza de la investigación en geoingeniería. *Science*, *339*(6125), 1278-1279.

Rabitz, F. (2019). Gobernando el problema de la terminación en la gestión de la radiación solar. *Environmental Politics*, *28*(3), 502-522.

Rabitz, F., Feist, M., Honegger, M., Horton, J., Jinnah, S., & Reynolds, J. (2022). A preliminary framework for understanding the governance of novel environmental technologies: Ambiguity, indeterminateness and drift. *Earth System Governance*, *12*, 100134.

Reynolds, J. L. (2022). Linking solar geoengineering and emissions reductions: strategically resolving an international climate change policy dilemma. *Climate Policy* 22, 285-300.

Richter, J. H., Tilmes, S., Glanville, A., Kravitz, B., MacMartin, D. G., Mills, M. J., ... & Lamarque, J. F. (2018). Respuesta estratosférica en la primera simulación de geoingeniería que cumple múltiples objetivos climáticos de superficie. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, *123*(11), 5762-5782.

Sand, P. H. (2017). International protection of endangered species in the face of wildlife trade: whither conservation diplomacy?. *Asia Pacific Journal of Environmental Law*, *20*(1), 5-27.

Sovacool, B. K. (2021). ¿Quiénes son las víctimas de las transiciones con bajas emisiones de carbono? Towards a political ecology of climate change mitigation. *Energy Research & Social Science*, *73*, 101916.

Stephens, J. C., y Surprise, K. (2020). Las injusticias ocultas del avance de la investigación en geoingeniería solar. *Global Sustainability*, *3*, e2.

Svoboda, T., Irvine, P. J., Callies, D., & Sugiyama, M. (2018). El potencial de la ingeniería climática con inyecciones de aerosol de sulfato estratosférico para reducir la injusticia climática. *Journal of Global Ethics*, *14*(3), 353-368.

Sugiyama, M., Asayama, S., & Kosugi, T. (2020). The north-south divide on public perceptions of stratospheric aerosol geoengineering?: a survey in six Asia-Pacific countries. *Environmental Communication*, *14*(5), 641-656.

Táíwò, O. O., & Talati, S. (2022). ¿Quiénes son los ingenieros? Solar geoengineering research and justice. *Global Environmental Politics*, *22*(1), 12-18.

Temple, James. (2023). Esta tecnología podría alterar todo el planeta. Estos grupos quieren que todas las naciones tengan voz y voto. *MIT Technology Review,* 17 de abril.

Tilmes, S., Richter, J. H., Kravitz, B., MacMartin, D. G., Mills, M. J., Simpson, I. R., ... & Ghosh, S. (2018). Proyecto de gran conjunto de geoingeniería de aerosoles estratosféricos CESM1 (WACCM). *Boletín de la Sociedad Meteorológica Americana*, *99*(11), 2361-2371.

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2023). Una Atmósfera: An Independent Expert Review on Solar Radiation Modification Research and Deployment. Nairobi.

Universidad de las Indias Occidentales. (2023). Conferencia de las Américas sobre Modificación de la Radiación Solar: Ciencia, Gobernanza e Implicaciones para la Región. 24-25 agosto 2022, Kingston Jamaica.

Vaughan, D. (1996). *La decisión del lanzamiento del Challenger: Risky technology, culture, and deviance at NASA*. University of Chicago press.

Vergne, J. P., y Durand, R. (2010). The missing link between the theory and empirics of path dependence: Conceptual clarification, testability issue, and methodological implications. *Journal of Management Studies*, *47*(4), 736-759.

Visioni, D., Slessarev, E., MacMartin, D. G., Mahowald, N. M., Goodale, C. L., & Xia, L. (2020). What goes up must come down: impacts of deposition in a sulfate geoengineering scenario. *Environmental Research Letters*, *15*(9), 094063.

Wieners, C., Hofbauer, B., de Vries, I., Honegger, M., Visioni, D., Russchenberg, H., & Felgenhauer, T. (2023). La *modificación de la radiación solar es arriesgada, pero también lo es rechazarla: una llamada a la investigación equilibrada*. Obtenido de https://www.call-for-balance.com/letter

Wolfensberger, W. P., Nirje, B., Olshansky, S., Perske, R. y Roos, P. (1972). El principio de normalización en los servicios humanos.

Organización Meteorológica Mundial (OMM). Evaluación científica del agotamiento del ozono: 2022, Informe VAG nº 278. Ginebra, 2022. Ginebra, 2022.

Zografos, C., y Robbins, P. (2020). Green sacrifice zones, or why a green new deal cannot ignore the cost shifts of just transitions. *One Earth*, *3*(5), 543-546.