PERSPECTIVA

Geoingeniería Solar: El caso de un Acuerdo Internacional de No-Uso*

Frank Biermann[1] | Jeroen Oomen[2] | Aarti Gupta[3] | Saleem H. Ali[4] [5] | Ken Conca[6] | Maarten A.Hajer[7] | Prakash Kashwan[8] | Louis J. Kotzé[9] | Melissa Leach[10] | Dirk Messner[11] | Chukwumerije Okereke[12] | Åsa Persson[13] [14] | Janez Potočnik[15] [16] | David Schlosberg[17] | Michelle Scobie[18] | Stacy D. VanDeveer[19]

*Traducido por Gian Franco Lisanti (UBA, FLACSO) y Julieta Nasi (UBA, FLACSO).

Resumen

La Geoingeniería Solar está ganando prominencia en los debates sobre el Cambio Climático como un problema que merece ser estudiado; para algunos esta es incluso una potencial opción política a futuro. Nosotros aquí argumentamos en contra de la creciente normalización de la Geoingeniería Solar como una parte especulativa de la cartera de políticas climáticas. Sostenemos, en particular, que la Geoingeniería Solar aplicada a una escala planetaria no es gobernable en una forma globalmente inclusiva y justa en el actual sistema político internacional. Nosotros, en cambio, realizamos un llamamiento a los gobiernos y a las Naciones Unidas para que tomen el control inmediato y efectivo sobre el desarrollo de tecnologías de Geoingeniería Solar. Específicamente, abogamos por un Acuerdo Internacional de No-Uso de la Geoingeniería Solar y esbozamos los elementos centrales de esta propuesta.

PALABRAS CLAVE

ingeniería climática, geoingeniería solar, gestión de la radiación solar, radiación solar

[1] Copernicus Institute of Sustainable Development, Utrecht University, Utrecht, Países Bajos
[2] Urban Futures Studio, Copernicus Institute of Sustainable Development, Utrecht University, Utrecht, Países Bajos
[3] Environmental Policy Group, Wageningen University, Wageningen, Países Bajos
[4] Department of Geography and Spatial Sciences, University of Delaware, Newark, Delaware, EE.UU.
[5] Scientific and Technical Advisory Panel of the Global Environment Facility, Washington, Distrito de Columbia, EE.UU.
[6] School of International Service, American University, Washington, Distrito de Columbia, EE.UU.
[7] Urban Futures Studio, Utrecht University, Utrecht, Países Bajos
[8] Department of Political Science, University of Connecticut, Storrs, Connecticut, EE.UU.
[9] Faculty of Law, North-West University, Potchefstroom, Sudáfrica
[10] Institute of Development Studies, University of Sussex, Brighton, Reino Unido
[11] German Environment Agency, Dessau-Roßlau, Alemania
[12] Centre for Climate Change and Development, Alex-Ekwueme Federal University Ndufu-Alike, Abakaliki, Nigeria
[13] Stockholm Environment Institute, Estocolmo, Suecia
[14] Department of Thematic Studies—Environmental Change, Linköping University, Linköping, Suecia
[15] International Resource Panel, United Nations Environment Programme, Paris, Francia
[16] SYSTEMIQ, Reino Unido
[17] Sydney Environment Institute, University of Sydney, Sydney, Australia
[18] Institute of International Relations,The University of the West Indies, St. Augustine,Trinidad y Tobago
[19] McCormack Graduate School of Policy and Global Studies, University of Massachusetts Boston, Boston, Massachusetts, EE.UU.

1. Introducción

La geoingeniería solar (GS) está ganando prominencia en los debates de cambio climático como un tópico que debe ser estudiado. Algunas personas la ven como una potencial opción política futura. La GS describe una serie de tecnologías hipotéticas para reducir la luz solar que llega a la tierra, esto es "tapar el sol" (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2021). Esas intervenciones especulativas son a veces referidas como gestión de la radiación solar o modificación de la radiación solar (el último término es usado en el Informe Especial del Panel Intergubernamental de Cambio Climático de 1.5 °C.). La GS se diferencia de tecnologías que eliminan el dióxido de carbono de la atmósfera: normalmente a ambos enfoques se los refiere de manera conjunta como geoingeniería o ingeniería climática. Nuestro foco aquí es exclusivamente en la GS.

La GS es principalmente discutida como una intervención a escala planetaria para disminuir la temperatura global media en respuesta al calentamiento global. La propuesta de mayor prominencia es la inyección de aerosoles en la estratosfera para inhibir el influjo de la energía solar. Las intervenciones que son más bien regionales o locales en sus intenciones, como el aclaramiento de nubes marinas para proteger ecosistemas frágiles como la Gran Barrera de Coral, son también imaginables, pero difieren significativamente en términos de gobernanza, política y escala.

La idea de la GS está ganando tracción en algunos países industrializados. En marzo de 2021, por ejemplo, una reporte de un comité de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos concluyó que Estados Unidos debería establecer, idealmente en colaboración internacional, un programa de investigación para evaluar la viabilidad de la GS como una medida provisional para abordar el cambio climático antropogénico (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2021). Investigadores individuales en los Estados Unidos han pedido un "programa de investigación orientado por una misión" a nivel global para la GS (Morrow, 2020) y un reporte especial del IPCC sobre este tema (Reynolds, 2021). La Universidad de Harvard ha armado un Programa de Investigación en Geoingeniería Solar que planea, entre otras cosas, un Experimento Controlado de Perturbación Estratosférica (SCoPex, Stratospheric Controlled Perturbation Experiment) para estudiar el comportamiento de aerosoles estratosféricos. Hay, de todas formas, una fuerte resistencia a esos experimentos. Una prueba de campo planificada por el grupo de Harvard en Suecia se encontró con una resistencia local significativa de gente indígena y ambientalistas, generando la suspensión del experimento *por ahora*. En resumen, para algunos círculos de expertos, la GS es vista como un tema de investigación legítimo y una opción futura de política climática (Dai et al. 2021).

Los defensores de la GS argumentan, implícita o explícitamente, que la gobernanza climática internacional ha sido ampliamente ineficáz y que el objetivo del Acuerdo de París de limitar el calentamiento global por debajo de 2°C y 1.5°C de preferencia, es improbable que sea cumplido, considerando las tendencia y políticas actuales (e.g., Svoboda et al., 2018; Wagner, 2021). De esta manera, argumentan quienes lo proponen, que la GS tiene que ser investigada ahora para entender mejor su potencial eficacia y para tenerla disponible como una opción futura, en el caso de ser factible (Keith, 2013). De acuerdo a estas perspectivas, la GS podría ser usada en el futuro como una medida temporal para ganar tiempo hasta la "descarbonización" completa (reduciendo los picos de aumentos de temperatura) o como una mecanismo de seguridad para limitar los peligros climáticos en el caso de que la descarbonización y la neutralidad de carbono no pueda ser alcanzada a tiempo (Irvine et al., 2019; Keith et al., 2017).

Para nosotros, estos llamados a la investigación y desarrollo en GS son un motivo de alarma porque arriesgan la normalización de esta tecnología como una opción política futura. Hasta ahora, los riesgos y eficacias de la GS son poco entendidos. (Barrett et al., 2014; Kravitz & MacMartin, 2020; Lawrence et al., 2018; Schneider et al., 2020). Los impactos probablemente varíen entre regiones ya que el enfriamiento artificial afectará algunas regiones más que otras. También hay incertidumbre sobre los efectos en patrones climáticos regionales, agricultura y la provisión de necesidades básicas de comida y agua. La investigación actual se basa mayormente en esquemas de modelos idealizados y políticas que se presumen facilitantes, las cuales serían imposibles en el orden internacional actual (Corry, 2017; Low & Honegger, 2020; McLaren, 2018).

Aún con más investigación, hay un desacuerdo profundo sobre si los riesgos y efectividad de la GS pueden ser completamente entendidos antes del despliegue y si ciertos efectos específicos pueden ser atribuidos luego de esas intervenciones (Oomen, 2021). Aún más, hay serias preocupaciones sobre depender de la GS como una opción de política e infraestructura (e.g., Cairns, 2014; Flegal et al., 2019; McKinnon, 2019; McLaren & Corry, 2021) así como de militarización y seguridad (e.g., Chalecki & Ferrari, 2018; Corry, 2017; Heyen et al., 2019; Robock, 2015).

2. ¿Podemos gobernar la geoingeniería de una manera justa y efectiva?

Nuestra principal preocupación, sin embargo, es sobre los desafíos de gobernanza que generan la confluencia de riesgos técnicos, políticos y éticos de intervenciones a gran escala a escala planetaria. Vemos que el despliegue de la geoingeniería solar es imposible de gobernarlo de una manera justa y eficaz con el sistema político internacional actual, bajo funciones de participación global, inclusión y justicia. Otras críticas argumentan en el pasado que la GS es “indeseable, ingobernables e inalcanzable/inviable” (Hulme, 2014) e incompatible con la toma de decisiones democrática (Stephens et al., 2021; Szerszynski et al., 2013). Compartimos estas preocupaciones y las volvemos una propuesta política concreta.

Nuestra preocupación como investigadores de la gobernanza es que a una escala planetaria la GS requeriría decisiones globales complejas sobre los lugares y formas de despliegue, la intensidad del despliegue (el grado de enfriamiento), la duración del despliegue y la responsabilidad y compensación si se genera algún daño (Jinnah et al., 2019). Como la GS impactaría en todos los países, la gobernanza justa y equitativa requeriría un control efectivo sobre el despliegue de esas tecnología por todos los países. Es importante que el tipo y grado de despliegue afectaría a diferentes países de manera variada y los riesgos se expanderían de manera desigual. Como la manera específica de despliegue influenciaría la distribución de los riesgos, la toma de decisiones democráticas a una escala global sería más crucial e incluso más difícil de salvaguardar de una manera justa y equitativa.

La toma de decisiones inclusiva a nivel global y el control político sobre la GS sería especialmente importante para los países más pobres y vulnerables. Seiscientos noventa y seis millones de personas viven en la pobreza extrema, con menos de 1.90 USD diarios, y 3.2 miles de millones de personas viven con menos de 5.5 USD al día (Aguilar et al., 2021). Más de 820 millones de personas sufren hambre, que es igual a una de cada nueve personas en el mundo (UN Food and Agriculture Organization, 2019). Estos *pobres globales* son extremadamente vulnerables a cualquier cambio en su ambiente y amenazados por cualquier riesgo o efecto secundario que pueda resultar del despliegue de la GS a escala planetaria. Por el contrario, las poblaciones más pobres del mundo serían las primeras en

sufrir el cambio climático extremo. Varios investigadores argumentaron que este sufrimiento puede ser aliviado con la GS (Harding et al., 2020; Wagner, 2021), llevando a que algunos postulen la obligación moral de los países industrializados de involucrarse en la investigación sobre GS para compensar las emisiones pasadas y presentes de gases de invernadero (Svoboda et al., 2018) pero no se puede alcanzar la justicia climática enfocandonos en un aspecto de la justicia y violando otro (Schlosberg & Collins, 2014). Mientras que la histórica responsabilidad por los impactos desiguales del cambio climático es una demanda importante de la justicia climática, también lo es la inclusión y la participación en decisiones de escala planetaria. Tanto el principio democrático de todos los afectados como la justicia en los procesos requieren gobernanza que sea inclusiva globalmente.

Por la alta vulnerabilidad de los países menos desarrollados y otros países del sur global, sus gobiernos tendrían que tener un control decisivo sobre el despliegue de la GS y la manera de hacerlo. Sin embargo, hay poca evidencia que sugiera que los países más aptos para desarrollar las tecnologías de la GS estén dispuestos a transferir el control efectivo de esas tecnologías tan importantes geopolíticamente hablando a los países más vulnerables del sur global. Considerando la importancia para el sur global, la simple consulta a los países menos desarrollados y en vías de desarrollo sobre el desarrollo de esta tecnología y su potencial despliegue -como fue sugerido por algunas personas que proponen la GS- no sería suficiente. La integración con conocimiento pleno definitivamente es importante para el sur global (Rahman et al., 2018;Winickoff et al., 2015). Pero eventualmente, se requeriría su control político efectivo y exigible por el sur global.

Para garantizar esa gobernanza globalmente inclusiva y efectiva, los países que sean lo suficientemente poderosos para el despliegue de la GS necesitaria poner esas tecnologías bajo el control efectivo de instituciones multilaterales, con garantías de derechos colectivos de veto para las naciones más vulnerables. El orden mundial del mundo no parece apto para alcanzar acuerdos de largo alcance para un control político justo y efectivo sobre el despliegue de la GS. La Asamblea General de las Naciones Unidas, como el órgano más alto de la organización mundial, declaró el cambio climático en 1988 como una “preocupación común de la humanidad”, pero la asamblea no tiene capacidad de aplicación y sus decisiones no son vinculantes. El Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, junto con la Asamblea de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, que se encarga de varios problemas ambientales, tienen su mandato y capacidad operacional limitados. En 2019, una resolución propuesta por el Programa de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente para realizar una evaluación precautoria de las opciones de geoingeniería, incluida la GS, fue bloqueada por los Estados Unidos, Brasil y Arabia Saudita (Chemnick, 2019). Como la Asamblea General de Naciones Unidas, a la Convención Marco de las Naciones Unidas contra el Cambio Climático también le falta la fuerza institucional que podría garantizar un control multilateral justo, equitativo y efectivo sobre el despliegue de la tecnología de GS a una escala planetaria.

Además, cualquier decisión global sobre los detalles del despliegue de la GS es difícil que encuentre consenso. Desacuerdos sobre algunos parámetros –-por ejemplo el grado de enfriamiento, la duración del despliegue, o las latitudes específicas y distribución de los aerosoles— van a suceder inevitablemente. Esas situaciones requerirán procedimientos de toma de decisión claros y confiables que resuelvan estos desacuerdos. La mayor parte de los cuerpos de las Naciones Unidas siguen los principios de igualdad de soberanía, que otorga a cada país un voto. Es improbable que las naciones tecnológicamente avanzadas como los Estados Unidos o Rusia acepten este sistema para la supervisión a escala

planetaria del uso de la GS. Alternativas universalmente aceptadas a la toma de decisión de un país-un voto no se encuentran a la vista.

De manera importante, cualquier decisión tomada por un cuerpo global para desplegar tecnologías de geoingeniería requieren capacidad de aplicación para el caso que algunos países estén desacuerdo con una decisión mayoritaria y amenacen con acciones de respuesta. La bibliografía incluso discute escenarios de contra-geoingeniería por países que estén en desacuerdo con los programas de GS de otros países (Heyen et al., 2019). El Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas tiene el mandato de actuar si considera que una situación puede ser una amenaza a la paz y seguridad internacional. Aunque el Consejo de Seguridad, con cinco países teniendo asientos permanentes y derecho de veto, no tiene legitimidad global para regular de manera efectiva el despliegue futuro de las tecnologías de GS. Tampoco puede tomar acciones en contra de sus cinco miembros permanentes (China, Francia, Rusia, Reino Unido y Estados Unidos).

Esas preocupaciones sobre gobernanza formal también crecen con arreglos más informales de gobernanza, como diálogos entre múltiples partes interesadas o códigos de conducta voluntarios.(Jinnah et al., 2019). Esos arreglos enfrentan barreras similares de entrada para actores menos poderosos y generan el riesgo de contribuir a la legitimación de estas tecnologías que todavía se encuentran en fase exploratoria (Conca, 2019). Las redes científicas en general tienen un sesgo muy fuerte hacia los pocos países industrializados, y los países menos poderosos económicamente tienen poco o ningún control sobre ellos (Biermann & Möller, 2019; Stephensetal.,2021). Más aún, la gobernanza tecnocrática basada en comisiones de expertos o modelos científicos de consecuencias distributivas no puede resolver conflictos globales complejos sobre valores, asignación del riesgo y diferencias sobre la aceptación del riesgo (Flegal & Gupta, 2018).

En pocas palabras, el despliegue de la GS a escala planetaria requeriría organizaciones internacionales nuevas con medios convincentes de control democrático y una capacidad de aplicación nunca antes vista. Esas organizaciones hoy no existen.

Sin efectivos controles globales y democráticos, la geopolítica de despliegue unilateral de la GS sería compleja y alarmante. Las leyes internacionales no son precisas en relación al desarrollo y despliegue de esas tecnologías (Reynolds, 2019). En ausencia de mecanismos de gobernanza efectivos, los debates de expertos y la evaluación de investigaciones científicas dentro de pocos países industrializados puede devenir en una forma de “gobernanza de facto” (Gupta & Möller, 2019), mayormente con formas no legitimadas o apoyadas por los países en desarrollo. Considerado el bajo costo monetario de estas tecnologías, como la inyección estratosférica de aerosoles, algunos países podrían avanzar en la GS de manera unilateral o en pequeñas coaliciones, incluso cuando otros países se opongan a esos despliegues —una posibilidad que los economistas han presentado como el efecto “free driver” (Wagner & Weitzman, 2012). Algunas de las personas que lo proponen en el Norte Global explícitamente ven esto como una ventaja, es decir, que la geoingeniería pueda ser desplegada “sin amplia cooperación internacional” (Reynolds, 2021).

Por último, y no por eso menos importante, las esperanzas especulativas sobre la disponibilidad futura de las tecnologías de GS puede amenazar las obligaciones con la mitigación y reducir los incentivos para gobiernos, empresas y sociedades de hacer lo mayor posible para alcanzar la descarbonización o neutralidad de carbono lo antes posible (Asayama et al., 2019). Intereses de poderosas industrias, principalmente del sector energético, han invertido mucho en retrasar rigurosas políticas climáticas; buscando alternativas técnicas como la eliminación de dióxido de carbono y el secuestro de dióxido de

carbono (Carton et al., 2020; Lamb et al., 2020; Low & Boettcher, 2020; McLaren & Markusson, 2020); o negando la totalidad del fenómeno del cambio climático (Oreskes & Conway, 2010). La inminente posibilidad futura de la GS podría ser un argumento poderoso para las compañías de energía y para países dependientes del petróleo de retrasar aún más políticas de descarbonización. Este riesgo es particularmente alto ahora, con un surgimiento de países anunciando su intención de alcanzar las emisiones cero para 2050 o antes.

3. El caso para un Acuerdo para un No-Uso de la Geoingeniería Solar

Por estas razones, llamamos a la acción política inmediata de los gobiernos, las Naciones Unidas y otros actores como las organizaciones de la sociedad civil, a evitar una mayor normalización de la Geoingeniería Solar como una futura opción de política climática. Los gobiernos y las Naciones Unidas necesitan tomar un control político efectivo y restringir el desarrollo de tecnologías de Geoingeniería Solar antes de que sea demasiado tarde.

Nuestro llamado a un control político internacional sobre el desarrollo de tecnologías cuestionables, altamente riesgosas y con peligros a nivel planetario, está lejos de tener precedentes. La comunidad internacional tiene una rica historia de restricciones internacionales y moratorias sobre actividades y tecnologías juzgadas de ser muy peligrosas, indeseables, y riesgosas. Por ejemplo, gobiernos han decretado una moratoria sobre la explotación minera en la Antártida y han prohibido la emisión de sustancias que reducen la capa de ozono. Varias actividades nucleares, el vertido de la mayoría de los tipos de residuos al mar, algunos usos del espacio exterior, la producción de varios químicos nocivos, la exportación de los residuos peligrosos, etc., también se han prohibido . Notablemente, los acuerdos internacionales ya han adoptado medidas para restringir algunos tipos de geoingeniería, como la fertilización de partes de los océanos con limaduras de hierro para aumentar su productividad biológica y la absorción de dióxido de carbono (bajo el Protocolo de Londres sobre la Prevención la Contaminación Marina por el Vertimiento de Residuos y Otras Materias, y bajo la convención de Diversidad Biológica). Mientras algunas de estas prohibiciones refieren a tecnologías existentes, otras prohíben el futuro desarrollo de tecnologías nocivas, tal como algunas actividades en el espacio exterior, el desarrollo de nuevas armas biológicas o químicas, o la fertilización del océano con hierro. De manera importante, décadas de investigación y desarrollo en biología, farmacología y química, han demostrado que las prohibiciones internacionales de tecnologías específicas tales como las armas biológicas o químicas, no limitan la investigación legítima u obstaculizan la innovación científica.

Teniendo en cuenta estos precedentes, entre numerosas opciones legales y políticas, nosotros abogamos por un régimen internacional que esté específica y estrechamente apuntado en contra del desarrollo y la implementación de las tecnologías de Geoingeniería Solar: un *Acuerdo Internacional de No-Uso de la Geoingeniería Solar*.

Este Acuerdo Internacional de No-Uso podría comenzar con una coalición de gobiernos con ideas afines que conjuntamente se declararían en contra del apoyo al desarrollo activo y al potencial despliegue futuro de las tecnologías de Geoingeniería Solar. Este Acuerdo sólo vincularía a los países que lo firmaran. De todas formas, su efectividad no necesita depender del apoyo de todos los países: aunque no sea universal, un Acuerdo de No-Uso

firmado por una amplia coalición de gobiernos enviaría a las comunidades globales de investigación, tecnología y clima un fuerte mensaje sobre lo indeseable que resulta la Geoingeniería Solar. Un mensaje así resonaría en las agencias de financiamiento, las fundaciones filantrópicas y las grandes corporaciones que, de lo contrario, podrían inclinarse a invertir en el desarrollo de estas tecnologías. Si, por ejemplo, la Unión Europea, la Unión Africana y algunos otros países en desarrollo apoyaran un acuerdo de este tipo, las mayorías de voto en las instituciones internacionales también estarían al alcance, lo que haría improbable la aceptación de la Geoingeniería Solar como opción política en los acuerdos climáticos internacionales formales. La acción generalizada de la sociedad civil y otros actores políticos podría dar un mayor impulso en contra de la normalización de la Geoingeniería Solar. Una vez que una masa crítica de países y miembros de la sociedad civil se oponga a la Geoingeniería Solar a una escala planetaria, el desarrollo de dichas tecnologías perderían apoyo y financiamiento. El Acuerdo de No-Uso que proponemos contribuirá así a frenar y, muy probablemente, a detener la progresiva normalización de esta tecnología especulativa en los debates sobre el clima.

De manera más concreta, un Acuerdo Internacional de No-Uso de la Geoingeniería Solar podría comprometer a los países firmantes a cinco medidas y prohibiciones centrales:

1. El compromiso de prohibir que sus agencias nacionales de financiamiento apoyen el desarrollo de tecnologías de Geoingeniería Solar, de manera local y a través de instituciones internacionales.
2. El compromiso de prohibir experimentos al aire libre de tecnologías de Geoingeniería Solar en las áreas bajo su jurisdicción.
3. El compromiso de no subvencionar derechos de patente para tecnologías de Geoingeniería Solar, incluido el apoyo a tecnologías tales como el reequipamiento de aviones para inyecciones de aerosoles.
4. El compromiso de no desplegar tecnologías de Geoingeniería Solar si han sido desarrolladas por terceros.
5. El compromiso de oponerse ante una futura institucionalización de la Geoingeniería Solar a escala planetaria como una opción política, en organismos internacionales relevantes, incluyendo en evaluaciones del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.

Para ser claros: un Acuerdo Internacional de No-Uso no prohibiría la investigación atmosférica o climática como tal, y no impondría limitaciones excesivamente amplias a la libertad académica. El acuerdo se centraría únicamente en un conjunto específico de medidas dirigidas exclusivamente al desarrollo de tecnologías de Geoingeniería Solar bajo la jurisdicción de las partes del acuerdo, incluidos los experimentos al aire libre con ese fin específico. En su núcleo estaría el compromiso mutuo de que los firmantes no desarrollarían o implementarían tecnologías de Geoingeniería Solar en el futuro. Tales declaraciones generalizadas de los gobiernos sobre la no utilización futura bastarán por sí solas para reducir los incentivos para seguir investigando y el desarrollo tecnológico de la geoingeniería solar. Como tal, este Acuerdo de No-Uso no sería diferente de otros acuerdos ya existentes que prohíben el desarrollo o la proliferación de tecnologías específicas que son ampliamente vistas como dañinas, riesgosas o indeseables.

Los problemas de “uso dual” de las investigaciones —esto es, estudios previstos con otros propósitos pero factibles de ser usados también para la Geoingeniería Solar— parecen limitados en este caso, ya que el Acuerdo de No-Uso se centraría en el desarrollo de tecnologías específicas y programas que explícitamente apuntan a la Geoingeniería Solar a escala planetaria (tal como es evidenciado, por ejemplo, en las propuestas de investigaciones o en los requerimientos para obtener financiamiento) o que requiera concesión y aprobación pública, tal como el Experimento de Perturbación Controlada de la Estratosfera (SCOPEx), que fue planeado en Suecia en el verano de 2021. Asimismo, un Acuerdo de No-Uso podría prever excepciones para reflejar las considerables e importantes diferencias entre las tecnologías de geoingeniería solar en términos de escala, objetivo y riesgos geopolíticos, por ejemplo permitiendo el uso de tecnologías localizadas relacionadas con el albedo superficial. Finalmente, la duración de tal Acuerdo de No-Uso —que sería tan permanente como una prohibición o una moratoria temporal— permanecería abierto al debate político y a la posterior toma de decisiones.

Significativamente, el Acuerdo Internacional de No-Uso que proponemos, si bien fue designado en primer lugar como un acuerdo o tratado intergubernamental, podría contar con el compromiso y el apoyo de muchos otros actores. Por ejemplo, las fundaciones filantrópicas podrían expresar su apoyo al Acuerdo de No-Uso y públicamente declarar que no financiarán el desarrollo de tecnologías de Geoingeniería Solar. Las universidades y asociaciones científicas podrían unirse al movimiento global también. Las organizaciones de la sociedad civil, parlamentos, autoridades de gobierno locales, e inclusive ciudadanos individuales podrían apoyar públicamente la causa global por un Acuerdo Internacional de No-Uso de la Geoingeniería Solar. Todo esto volvería a dichas tecnologías cada vez menos atractivas para invertir para cualquier grupo de investigación serio, inclusive en países que tal vez no firmen inmediatamente el Acuerdo de No-Uso.

En resúmen, un Acuerdo Internacional de No-Uso de la Geoingeniería Solar sería oportuno, viable y eficaz. Inhibiría la mayor normalización y desarrollo de un conjunto de tecnologías riesgosas y pobremente entendidas que buscan manejar intencionalmente y a escala planetaria la entrada de luz solar, y lo haría sin restringir la investigación legítima sobre el clima. Prevendría una distracción peligrosa sobre las políticas climáticas actuales al remover la falsa promesa de la Geoingeniería Solar como un “Plan B”, barato y viable. La descarbonización de nuestras economías es factible si se dan los pasos adecuados, lo que también generará oportunidades de innovación a través de la transformación económica y beneficios ecológicos más allá de la mitigación del cambio climático. La Geoingeniería Solar no es necesaria. Tampoco es deseable, ética o políticamente gobernable en el contexto actual. Con la normalización de la investigación en Geoingeniería Solar moviéndose a gran velocidad, es necesario un mensaje político fuerte para bloquear estas tecnologías. Y este mensaje debe venir pronto.

Conflictos de interés

Los autores han declarado que no hay conflictos de interés en esta artículo

Contribución de los autores

Frank Biermann: Conceptualización (dirección); curaduría de los datos (dirección); análisis formal (dirección); investigación (dirección); metodología (dirección); escritura – borrador original (dirección); escritura – revisión y edición (dirección). Jeroen Oomen:

Conceptualización (dirección); curaduría de los datos (dirección); análisis formal (dirección); investigación (dirección); metodología (dirección); escritura – borrador original (dirección); escritura – revisión y edición (dirección). Aarti Gupta: Conceptualización (dirección); curaduría de los datos (dirección); análisis formal (dirección); investigación (dirección); metodología (dirección); escritura – borrador original (dirección); escritura – revisión y edición (dirección). Saleem H. Ali: Conceptualización (apoyo); escritura – borrador original (apoyo); escritura – revisión y edición (apoyo). Ken Conca: Conceptualización (apoyo); escritura – borrador original (apoyo); escritura – revisión y edición (apoyo). Maarten A. Hajer: Conceptualización (apoyo); escritura – borrador original (apoyo); escritura – revisión y edición (apoyo). Prakash Kashwan: Conceptualización (apoyo); escritura – borrador original (apoyo); escritura – revisión y edición (apoyo). Louis J. Kotzé: Conceptualización (apoyo); escritura – borrador original (apoyo); escritura – revisión y edición (apoyo). Melissa Leach: Conceptualización (apoyo); escritura – borrador original (apoyo); escritura – revisión y edición (apoyo). Dirk Messner: Conceptualización (apoyo); escritura – borrador original (apoyo); escritura – revisión y edición (apoyo). Chukwumerije Okereke: Conceptualización (apoyo); escritura – borrador original (apoyo); escritura – revisión y edición (apoyo). Åsa Persson: Conceptualización (apoyo); escritura – borrador original (apoyo); escritura – revisión y edición (apoyo). Janez Potoc̆nik: Conceptualización (apoyo); escritura – borrador original (apoyo); escritura – revisión y edición (apoyo). David Schlosberg: Conceptualización (apoyo); escritura – borrador original (apoyo); escritura – revisión y edición (apoyo). Michelle Scobie: Conceptualización (apoyo); escritura – borrador original (apoyo); escritura – revisión y edición (apoyo). Stacy D. VanDeveer: Conceptualización (apoyo); escritura – borrador original (apoyo); escritura – revisión y edición (apoyo).

Declaración de la disponibilidad de los datos

La puesta en común de datos no es aplicable a este artículo, ya que en este estudio no se crearon ni analizaron datos nuevos.

6 of 8 BIERMANN ET AL. 17577799, 2022, 3, Downloaded from https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcc.754 by CAPES, Wiley Online Library on [03/05/2023]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License.

ORCID

Frank Biermann https://orcid.org/0000-0002-0292-0703
Jeroen Oomen https://orcid.org/0000-0003-2691-310X
Aarti Gupta https://orcid.org/0000-0003-4908-7453
Saleem H. Ali https://orcid.org/0000-0002-2943-9557
Åsa Persson https://orcid.org/0000-0002-8886-5046

Referencias

Aguilar, R., Fujs, T., Lakner, D. G., Mahler, M., Schoch, M. & Viveros, M. (2021, March). Global poverty update from the World Bank. World Bank Blogs. https://blogs.worldbank.org/opendata/march-2021-global-poverty-update-world-bank
Asayama, S., Bellamy, R., Geden, O., Pearce, W., & Hulme, M. (2019). Why setting a climate deadline is dangerous. Nature Climate Change,

9(8), 570–572. https://doi.org/10.1038/s41558-019-0543-4
Barrett, S., Lenton, T. M., Millner, A., Tavoni, A., Carpenter, S., Anderies, J. M., Chapin, F. S., Crépin, A.-S., Daily, G., Ehrlich, P., Folke, C.,

Galaz, V., Hughes, T., Kautsky, N., Lambin, E. F., Naylor, R., Nyborg, K., Polasky, S., Scheffer, M., ... de Zeeuw, A. (2014). Climate engineering reconsidered. Nature Climate Change, 4(7), 527–529. https://doi.org/10.1038/nclimate2278

Biermann, F., & Möller, I. (2019). Rich man's solution? Climate engineering discourses and the marginalization of the Global South. International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics, 19(2), 151–167. https://doi.org/10.1007/s10784-019-09431-0

Cairns, R. C. (2014). Climate geoengineering: Issues of path-dependence and socio-technical lock-in: Climate geoengineering lock-in. WIREs Climate Change, 5(5), 649–661. https://doi.org/10.1002/wcc.296

Carton, W., Asiyanbi, A., Beck, S., Buck, H. J., & Lund, J. F. (2020). Negative emissions and the long history of carbon removal. WIREs Climate Change. 11(6), 1–25. https://doi.org/10.1002/wcc.671

Chalecki, E. L., & Ferrari, L. L. (2018). A new security framework for geoengineering. Strategic Studies Quarterly, 12(2), 82–106.
Chemnick, J. (2019, September 15). U.S. blocks U.N. resolution on geoengineering. Scientific American. https://www.scientificamerican.com/article/u-s-blocks-u-n-resolution-on-geoengineering/
Conca, K. (2019). Prospects for a multi-stakeholder dialogue on climate engineering. Environmental Politics, 28(3), 417–440. https://doi.org/10.1080/09644016.2018.1522065
Corry, O. (2017). The international politics of geoengineering: The feasibility of Plan B for tackling climate change. Security Dialogue, 48(4), 297–315.

Dai, Z., Burns, E. T., Irvine, P. J., Tingley, D. H., Xu, J., & Keith, D. W. (2021). Elicitation of US and Chinese expert judgments show consistent views on solar geoengineering. Humanities and Social Sciences Communications, 8(1), 18. https://doi.org/10.1057/s41599-020-00694-6

Flegal, J. A., & Gupta, A. (2018). Evoking equity as a rationale for solar geoengineering research? Scrutinizing emerging expert visions of equity. International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics, 18(1), 45–61. https://doi.org/10.1007/s10784-017-9377-6
Flegal, J. A., Hubert, A.-M., Morrow, D. R., & Moreno-Cruz, J. B. (2019). Solar geoengineering: Social science, legal, ethical, and economic frameworks. Annual Review of Environment and Resources, 44(1), 399–423. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-102017-030032
Gupta, A., & Möller, I. (2019). De facto governance: How authoritative assessments construct climate engineering as an object of governance.

Environmental Politics, 28(3), 480–501. https://doi.org/10.1080/09644016.2018.1452373
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. https://doi.org/10.1038/s41467-019-13957-x

Heyen, D., Horton, J., & Moreno-Cruz, J. (2019). Strategic implications of counter-geoengineering: Clash or cooperation? Journal of Environ-
mental Economics and Management, 95, 153–177. https://doi.org/10.1016/j.jeem.2019.03.005

Holahan, R., & Kashwan, P. (2019). Disentangling the rhetoric of public goods from their externalities: The case of climate engineering.
Global Transitions, 1, 132–140. https://doi.org/10.1016/j.glt.2019.07.001
Hulme, M. (2014). Can science fix climate change? A case against climate engineering. Polity Press.

Irvine, P., Emanuel, K., He, J., Horowitz, L. W., Vecchi, G., & Keith, D. (2019). Halving warming with idealized solar geoengineering moder-
ates key climate hazards. Nature Climate Change, 9(4), 295–299. https://doi.org/10.1038/s41558-019-0398-8

Jinnah, S., Nicholson, S., Morrow, D. R., Dove, Z., Wapner, P., Valdivia, W., Thiele, L. P., McKinnon, C., Light, A., Lahsen, M., Kashwan, P.,
Gupta, A., Gillespie, A., Falk, R., Conca, K., Chong, D., & Chhetri, N. (2019). Governing climate engineering: A proposal for immediate
governance of solar radiation management. Sustainability, 11(14), 3954. https://doi.org/10.3390/su11143954
Keith, D. W. (2013). A case for climate engineering. The MIT Press.
BIERMANN ET AL. 7 of 8
17577799, 2022, 3, Downloaded from https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcc.754 by CAPES, Wiley Online Library on [03/05/2023]. See the Terms and Conditions (https://onlinelibrary.wiley.com/terms-and-conditions) on Wiley Online Library for rules of use; OA articles are governed by the applicable Creative Commons License

Keith, D. W., Wagner, G., & Zabel, C. L. (2017). Solar geoengineering reduces atmospheric carbon burden. Nature Climate Change, 7(9),
617–619. https://doi.org/10.1038/nclimate3376
Kravitz, B., & MacMartin, D. G. (2020). Uncertainty and the basis for confidence in solar geoengineering research. Nature Reviews Earth &
Environment, 1(1), 64–75. https://doi.org/10.1038/s43017-019-0004-7
Lamb, W. F., Mattioli, G., Levi, S., Roberts, J. T., Capstick, S., Creutzig, F., Minx, J. C., Müller-Hansen, F., Culhane, T., & Steinberger, J. K.
(2020). Discourses of climate delay. Global Sustainability, 3, e17. https://doi.org/10.1017/sus.2020.13
Lawrence, M. G., Schäfer, S., Muri, H., Scott, V., Oschlies, A., Vaughan, N. E., Boucher, O., Schmidt, H., Haywood, J., & Scheffran, J. (2018).

Evaluating climate geoengineering proposals in the context of the Paris Agreement temperature goals. Nature Communications, 9(1),
3734. https://doi.org/10.1038/s41467-018-05938-3
Low, S., & Boettcher, M. (2020). Delaying decarbonization: Climate governmentalities and sociotechnical strategies from Copenhagen to
Paris. Earth System Governance, 5, 100073. https://doi.org/10.1016/j.esg.2020.100073
Low, S., & Honegger, M. (2020). A precautionary assessment of systemic projections and promises in sunlight reflection and carbon removal
modeling. Risk Analysis. 1–15. https://doi.org/10.1111/risa.13565
McLaren, D., & Corry, O. (2021). The politics and governance of research into solar geoengineering. WIREs Climate Change, 12(3), 1–20.
https://doi.org/10.1002/wcc.707
McLaren, D. P. (2018). Whose climate and whose ethics? Conceptions of justice in solar geoengineering modelling. Energy Research & Social
Science, 44, 209–221.
McKinnon, C. (2019). Sleepwalking into lock-in? Avoiding wrongs to future people in the governance of solar radiation management
research. Environmental Politics, 28(3), 441–459. https://doi.org/10.1080/09644016.2018.1450344
McLaren, D. P., & Markusson, N. (2020). The co-evolution of technological promises, modelling, policies and climate change targets. Nature
Climate Change, 10, 392–397. https://doi.org/10.1038/s41558-020-0740-1
Morrow, D. R. (2020). A mission-driven research program on solar geoengineering could promote justice and legitimacy. Critical Review of
International Social and Political Philosophy, 23(5), 618–640. https://doi.org/10.1080/13698230.2020.1694220
National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2021). Reflecting sunlight: Recommendations for solar geoengineering research
and research governance (25762). National Academies Press. https://doi.org/10.17226/25762
Oomen, J. (2021). Imagining climate engineering: Dreaming of the designer climate. Routledge.
Oreskes, N., & Conway, E. M. (2010). Merchants of doubt: How a handful of scientists obscured the truth on issues from tobacco smoke to global
warming (1st U.S. ed.). Bloomsbury Press.
Rahman, A. A., Artaxo, P., Asrat, A., & Parker, A. (2018). Developing countries must lead on solar geoengineering research. Nature, 556
(7699), 22–24. https://doi.org/10.1038/d41586-018-03917-8
Reynolds, J. L. (2019). The governance of solar geoengineering: Managing climate change in the Anthropocene (1st ed.). Cambridge University
Press. https://doi.org/10.1017/9781316676790

- Reynolds, J. L. (2021). Is solar geoengineering ungovernable? A critical assessment of governance challenges identified by the Intergovernmental Panel on Climate Change. WIREs Climate Change, 12(2), 1–8. https://doi.org/10.1002/wcc.690
- Robock, A. (2015, February 17). The CIA asked me about controlling the climate – This is why we should worry. The Guardian.

https://www.theguardian.com/commentisfree/2015/feb/17/cia-controlling-climate-geoengineering-climate-change
- Schlosberg, D., & Collins, L. (2014). From environmental to climate justice: Climate change and the discourse of environmental justice. WIREs Climate Change, 5(3), 359–374.
- Schneider, T., Kaul, C. M., & Pressel, K. G. (2020). Solar geoengineering may not prevent strong warming from direct effects of CO2 on stratocumulus cloud cover. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 117(48), 30179–30185. https://doi.org/10.1073/pnas.2003730117
- Stephens, J. C., Kashwan, P., McLaren, D., & Surprise, K. (2021). The risks of solar geoengineering research. Science, 372(6547), 1161–1161. https://doi.org/10.1126/science.abj3679
- Svoboda, T., Irvine, P. J., Callies, D., & Sugiyama, M. (2018). The potential for climate engineering with stratospheric sulfate aerosol injections to reduce climate injustice. Journal of Global Ethics, 14(3), 353–368. https://doi.org/10.1080/17449626.2018.1552180
- Szerszynski, B., Kearnes, M., Macnaghten, P., Owen, R., & Stilgoe, J. (2013). Why solar radiation management geoengineering and democracy won't mix. Environment and Planning A: Economy and Space, 45(12), 2809–2816. https://doi.org/10.1068/a45649
- UN Food and Agriculture Organization. (2019). The state of food security and nutrition in the world. FAO.
- Wagner, G. (2021). Geoengineering: The gamble. Polity Press.
- Wagner, G., & Weitzman, M. L. (2012, October 24). Playing God. Foreign Policy. https://foreignpolicy.com/2012/10/24/playing-god/
- Winickoff, D. E., Flegal, J. A., & Asfawossen, A. (2015). Engaging the Global South on climate engineering research. Nature Climate Change, 5(7), 627–634.

Cómo citar este artículo: Biermann, F., Oomen, J., Gupta, A., Ali, S. H., Conca, K., Hajer, M. A., Kashwan, P., Kotzé, L. J., Leach, M., Messner, D., Okereke, C., Persson, Å., Potoc̆nik, J., Schlosberg, D., Scobie, M., & VanDeveer, S. D. (2022). Solar geoengineering: The case for an international non-use agreement. WIREs Climate Change, 13(3), e754. **https://doi.org/10.1002/wcc.754**