

# GEOINGENIERÍA

*El gran fraude climático*





# **GEOINGENIERÍA**

*El gran fraude climático*

ARGUMENTOS CONTRA LA MANIPULACIÓN CLIMÁTICA

---

#### AGRADECIMIENTOS

Biofuelwatch, la Fundación Heinrich Böll y el Grupo ETC agradecemos a todos los que colaboraron en la escritura y revisión de este reporte, especialmente a Lili Fuhr, Linda Schneider, Anja Chalmin, Holly Dressel, Joana Chelo, Oliver Munnion y Simon Fischer. También queremos dar las gracias por el apoyo financiero recibido de la Fundación Heinrich Böll, CS Fund, Rockefeller Brothers Fund y Sowing Diversity = Harvesting Security International Initiative para producir este reporte. La investigación original la hicimos el Grupo ETC y Biofuelwatch con colaboración de la Fundación Heinrich Böll, y somos los únicos responsables de los puntos de vista expresados aquí.

TÍTULO ORIGINAL: *The Big Bad Fix, The case against climate geoengineering*  
(Noviembre 2017)

EDICIÓN EN INGLÉS: Kathy Jo Wetter y Trudi Zundel

TRADUCCIÓN: Octavio Rosas Landa y Adriana Martínez

PORTADA & DISEÑO GRÁFICO: Marilia Castillejos Meléndrez

Primera edición en castellano, marzo 2018, gracias al apoyo de la Fundación Heinrich Böll y el Caribe

Todas nuestras publicaciones pueden descargarse sin costo en:

[www.biofuelwatch.org.uk](http://www.biofuelwatch.org.uk)

[www.boell.de](http://www.boell.de)

[mx.boell.org](http://mx.boell.org)

[www.etcgroup.org](http://www.etcgroup.org)



#### OBRA BAJO LICENCIA DE CREATIVE COMMONS

Usted es libre de compartir, copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato bajo las siguientes condiciones:

- **Atribución:** dar crédito a esta obra de manera adecuada, proporcionando un enlace a la licencia, e indicando si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo del licenciante.
- **No Comercial:** no puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Sin Obras Derivadas:** no se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
- **No hay restricciones adicionales:** usted no puede aplicar términos legales ni medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros hacer cualquier uso permitido por la licencia.

# ÍNDICE

## 9 PREFACIO

## 13 GLOSARIO: ACRÓNIMOS DE TECNOLOGÍAS DE GEOINGENIERÍA

### CAPÍTULO I: EL CLIMA NUEVO DEL EMPERADOR

- 17 Un nuevo imperio ambiental
- 18 Los remiendos técnicos del imperio
- 20 ¿El emperador tiene traje?
- 22 Soberbia tecnológica en la historia
- 25 ¿Coalición de voluntarios para atacar el clima?
- 28 El nuevo caballo del emperador
- 33 Soluciones seguras, justas y ecológicamente sustentables para la crisis climática

### CAPÍTULO II: GEOINGENIERÍA: LAS TECNOLOGÍAS

- 35 Y ustedes geoingenieros, ¿qué saben?
- 37 ¿Qué hay en un nombre?
- 40 Tres categorías de geoingeniería propuestas por los geoingenieros
- 44 Tierra: Tecnologías de geoingeniería dirigidas a los ecosistemas terrestres
- 53 Océanos: Técnicas de geoingeniería para intervenir ecosistemas marinos
- 58 Aire: Técnicas de geoingeniería para intervenir la atmósfera

### CAPÍTULO III: ESTUDIOS DE CASO

- 65 Estudio de caso I: Bioenergía con captura y almacenamiento de carbono
- 75 Estudio de caso II: ¿Arreglar el clima con algas?

- 80 Estudio de caso III: Fertilización oceánica: LOHAFEX, Planktos-Haida-Oceaneos
- 83 Estudio de caso IV: Fertilización Oceánica: El Instituto Coreano de Investigación Polar
- 84 Estudio de caso V: Surgencia (oceánica) artificial en China
- 87 Estudio de caso VI: El experimento SPICE
- 90 Estudio de caso VII: SCoPEX: Inyección estratosférica de aerosoles
- 93 Estudio de caso VIII: Blanqueamiento de nubes marinas, en la bahía de Monterey, California

## **CAPÍTULO IV: ARGUMENTOS CONTRA LA GEOINGENIERÍA**

- 99 Mega escala
- 99 No confiable y de alto riesgo
- 100 Riesgos ambientales
- 101 Irreversibilidad
- 102 Inequidad y exacerbación de los desequilibrio en el poder global
- 103 Injusticia intergeneracional
- 104 Justificación para la inacción climática
- 104 Especulación con el carbono
- 105 Convergencia de tecnologías emergentes de gran escala
- 106 Control global
- 107 La geoingeniería como arma
- 107 Violación de ENMOD
- 108 Desvío de recursos, de financiamiento y de esfuerzos de investigación sobre soluciones reales

## **CAPÍTULO V: ¿QUIÉN ESTÁ DETRÁS DE LA GEOINGENIERÍA?**

- 111 Viejos fósiles, nueva presentación
- 113 La camarilla de la geoingeniería
- 114 Las camarillas no son buenas para la ciencia ni la democracia
- 117 Literatura y patentes: los dueños de la geoingeniería
- 120 Investigación en Geoingeniería
- 128 El IPCC y la normalización de la geoingeniería

- 132 Los mercaderes del clima
- 139 Clima de guerra: Los militares y la geoingeniería
- 143 Conservacionismo por la manipulación de la Tierra
- 145 Defender a la Madre Tierra: La geoingeniería y la resistencia indígena

## **CAPÍTULO VI: LA GOBERNANZA DE LA GEOINGENIERÍA**

- 149 ¿Es posible gobernar la geoingeniería?
- 151 El santo grial de las “emisiones negativas”
- 152 Un punto de partida
- 153 Las discusiones sobre geoingeniería en la ONU
- 155 Naturaleza transfronteriza
- 157 Investigación y gobernanza: ¿el huevo y la gallina?
- 159 ¿Es posible un consenso global?
- 160 Amplio debate social en primer lugar
- 161 Algunos elementos para una discusión legítima sobre la gobernanza de la geoingeniería

## **CAPÍTULO VII: LA RUTA PARA AVANZAR**

- 165 Un realismo radical
- 167 Lo normal es el rechazo a la geoingeniería
- 169 Mantener y reforzar las moratorias
- 170 Detener los experimentos en campo abierto
- 171 Trabajar por una prohibición
- 171 Ampliar el contexto y los debates sociales
- 172 ¡No manipulen la Madre Tierra!

## **177 ANEXO I: LA GEOINGENIERÍA EN NACIONES UNIDAS**

## **193 ANEXO II: INICIATIVAS NO GUBERNAMENTALES PARA LA GOBERNANZA DE LA GEOINGENIERÍA**

## **201 LOS AUTORES DE GEOINGENIERÍA: EL GRAN FRAUDE**

# PREFACIO



Mientras el planeta se calienta rápidamente y esto se manifiesta en olas de calor, inundaciones, sequías y huracanes, la geoingeniería —la manipulación a gran escala de los sistemas naturales de la Tierra— se presenta cada vez más como una estrategia para contrarrestar, diluir o retrasar el cambio climático sin alterar las economías de consumo intensivo de energía y recursos. Es alarmante el hecho de que los debates actuales sobre este gigantesco remiendo tecnológico estén limitados a un pequeño grupo de autoproclamados expertos que reproducen visiones del mundo anti-democráticas y perspectivas tecnocráticas y reduccionistas. Los países del Sur global, los pueblos indígenas, las comunidades locales, no tienen voz ni participación en las discusiones.

Como este informe detalla, cada una de las tecnologías de geoingeniería propuestas amenaza a los pueblos y a los ecosistemas. Las evaluaciones integrales de estas tecnologías también muestran que si éstas son aplicadas y desplegadas a gran escala, existen altas probabilidades de que empeoren, en vez de que mitiguen, los impactos del calentamiento global. Su irreversibilidad, el riesgo de que sean convertidas en armas bélicas y las implicaciones para las actuales dinámicas de poder global inherentes a la geoingeniería a gran escala, también la vuelven una opción inaceptable. En 2010, los gobiernos del Sur global llevaron el tema ante el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) y lograron una moratoria de facto al despliegue de la geoingeniería y su experimentación en campo abierto.

---

Enfocarse en técnicas de geoingeniería en vez de enfrentar las causas de fondo del cambio climático constituye una decisión política, no un destino inevitable.

Entonces, ¿por qué vemos hoy el escalamiento del discurso de la geoingeniería? En resumen, se trata de la “tiranía de la urgencia” del cambio climático, a través la cual se promueve la necesidad de la geoingeniería desde artículos académicos y modelos computacionales hasta las propias negociaciones sobre política climática global, y más relevante en el plazo inmediato, se intenta justificar experimentos en campo abierto. Por supuesto que hay urgencia. Después del Acuerdo de París, los gobiernos deben reconocer que las estrategias dirigidas a una “ligera” reducción de emisiones no son suficientes. Necesitamos una conversación honesta sobre las vías para lograr reducciones drásticas de emisiones, que trasciendan el pensamiento económico imperante. Necesitamos también estrategias socialmente justas y culturalmente adecuadas para que se pague la deuda de carbono y de suelos mediante una vasta y cuidadosa restauración de los ecosistemas naturales. Enfocarse en las técnicas de geoingeniería en vez de enfrentar las causas de fondo del cambio climático constituye una decisión política, no un destino inevitable. Elegir la geoingeniería significaría que es más aceptable el riesgo de dañar irreparablemente nuestro planeta que alterar el sistema económico dominante. No es una necesidad técnica o científica, sino la defensa de un *statu quo* fallido que continúa protegiendo las riquezas de unos cuantos.

*Geoingeniería: el gran fraude*, actualiza y aumenta el informe Geopiratería, argumentos contra la geoingeniería publicado en 2010. Este informe, elaborado conjuntamente por el Grupo ETC, Biofuelwatch y la Fundación Heinrich Böll, ofrece a las organizaciones no gubernamentales, movimientos sociales y populares, tomadores de decisiones, periodistas y otros agentes de cambio social, un panorama general más completo sobre los actores centrales, las tecnologías y los foros de negociación de la geoingeniería. También proporciona un análisis e historia del debate, los distintos intereses que lo han perfilado y estudios de caso

sobre las tecnologías y experimentos más relevantes actualmente. Este informe argumenta a favor de una urgente e inmediata prohibición al despliegue y la experimentación en campo abierto de la geoingeniería del clima, prohibición que debe ser supervisada por un mecanismo de gobernanza multilateral, robusto y responsable.

Un debate sobre la geoingeniería y su gobernanza es necesario, pero éste debe ser desde las bases de la sociedad, amplio, participativo y transparente, fundamentado en el derecho internacional, construido a partir del principio precautorio y alimentado por la rigurosa comprensión de prácticas reales, existentes, transformadoras y justas. Necesitamos un movimiento de movimientos que se unifique en oposición a la falsa “solución” que representa el remiendo tecnológico de la geoingeniería frente a la crisis climática y que se enfoque en cambios reales. Un movimiento que comience con las comunidades y las organizaciones de la sociedad civil. Un movimiento de movimientos que exija: ¡No manipulen la Madre Tierra!

1 de diciembre de 2017

BARBARA UNMÜSSIG • Presidenta, Fundación Heinrich Böll

PAT MOONEY • Co-fundador, Grupo ETC

RACHEL SMOLKER • Co-directora, Biofuelwatch

# GLOSARIO

*Acrónimos de tecnologías de geoingeniería*

## NOTA EXPLICATIVA

Como ocurre con la inmensa mayoría de los textos arbitrados, la información científica —en este caso sobre las técnicas de geoingeniería— se produce principalmente en inglés. Varios de los acrónimos de las técnicas, herramientas, procesos e iniciativas privadas o públicas relacionadas con la geoingeniería, se trasladan directamente del inglés a la información traducida o producida en español. Para este informe, hemos utilizado las abreviaciones que el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) utiliza en castellano, pero no hay equivalente para todas. El propio IPCC y otras agencias mencionadas en este texto (la ONU, el Convenio sobre Diversidad Biológica, el Convenio de Londres, entre otros) usan una gran cantidad de acrónimos no traducidos para sus documentos en español. En la siguiente lista se encuentra el significado de los acrónimos en inglés y en español como aparecen a lo largo de este texto.

## ACRÓNIMOS

**BECAC** Bioenergía con captura y almacenamiento de carbono.

**BECSS** Por las siglas en inglés de *Bioenergy with Carbon Capture and Storage*, se refiere a la bioenergía con captura y almacenamiento de carbono.

**CAC** Captura y almacenamiento de carbono.

**CCS** *Carbon Capture and Storage* (CAC en castellano).

**CCUS** Por las siglas en inglés de *Carbon Capture, Use and Storage*. Se refiere a la captura, uso y almacenamiento de carbono (CUAC en castellano).

**CUAC** Captura, uso y almacenamiento de carbono.

**DAC** Por las siglas en inglés de *Direct Air Capture*, se refiere a la captura directa de aire.

**EOR** Por las siglas en inglés de *enhanced oil recovery*, Recuperación mejorada de petróleo.

**GEI** Gases de Efecto Invernadero.

**GRS** Gestión de la radiación solar (SRM en inglés).

**NDC** Por las siglas en inglés de *Nationally Determined Contributions*, Contribuciones determinadas a nivel nacional.

**RDC** Remoción de Dióxido de Carbono.

**SRM** Por las siglas en inglés de *solar radiation management*, se refiere a la Gestión de la radiación solar.



# CAPÍTULO I

*Geoingeniería: El clima nuevo del emperador*



## UN NUEVO IMPERIO AMBIENTAL

Es común actualmente definir la geoingeniería como la manipulación humana, intencional y a gran escala, de los sistemas climáticos de la Tierra. A pesar de una larga historia de debates en el ámbito militar, actualmente la geoingeniería es menos discutida como tecnología de guerra que como una riesgosa, pero potencialmente necesaria, “compostura” técnica para el cambio climático, es decir, una prudente “póliza de seguro” en el caso de una inminente crisis climática. Este informe ofrece información detallada sobre las tecnologías de geoingeniería en consideración y describe a los actores y los foros que abordan el tema o contemplan el empleo de la geoingeniería. Los estudios de caso dejan clara la amplitud del trabajo que está en marcha respecto a varias propuestas de geoingeniería e identifica los impactos y las implicaciones de, por ejemplo, la Gestión de la Radiación Solar, (GRS) —SRM es su acrónimo en inglés— y las Técnicas de Remoción de Dióxido de Carbono (RDC), que son las principales categorías de técnicas de geoingeniería. Los autores de este informe también discuten las propuestas

de gobernanza de la geoingeniería, su historia, los juegos de poder alrededor de ésta y los argumentos a favor y en contra de ésta. Quizá lo más significativo es que este informe muestra cómo, en la era de los estudios, conferencias y foros de negociación política sobre el clima posteriores al Acuerdo de París,<sup>1</sup> la geoingeniería se está volviendo un tópico “normal” de discusión, no ya como un prudente “Plan B”, sino como una herramienta tecnológica que presentan como virtualmente inevitable, pese a la falta de comprensión pública sobre sus implicaciones y haciendo caso omiso de las moratorias y llamados a precaución acordados por distintas instancias de Naciones Unidas (ONU). Creemos que el mundo camina inconsciente hacia un futuro dominado por la ingeniería del clima y que, por ello mismo, el debate crítico y significativo sobre la geoingeniería es de enorme urgencia.

---

Las razones que explican la trayectoria de la Tierra hacia el caos climático y lo que podría hacerse para cambiar de curso están fuera de la consideración de los proyectos de geoingeniería.

## LOS REMIENDOS TECNOLÓGICOS DEL IMPERIO

Los milagros –alguna vez invocados por los narradores orales y transmitidos a nosotros por los autores de las Escrituras– son ahora el campo de los tecnólogos. De hecho, nos hemos vuelto relativamente exitosos en el ámbito de los “milagros” locales: por ejemplo, podemos pedir a una caja en nuestra mesa (celular, tableta) que nos diga cómo curar una herida y después pedirle también a la misma caja que nos envíen vendas a la puerta de nuestro hogar. A veces, incluso podemos ayudar a los ciegos a ver, a los discapacitados a caminar y devolver a los aparentemente muertos a la vida. Hemos expandido nuestras capacidades

---

1. Esto es, después del resultado de la 21 Conferencia de las partes de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (30 de noviembre-12 de diciembre de 2015). El texto del Acuerdo está disponible en línea: [http://unfccc.int/files/essential\\_background/convention/application/pdf/spanish\\_paris\\_agreement.pdf](http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/spanish_paris_agreement.pdf).

milagrosas de lo local a lo global: hemos aprendido a volar a través de los océanos y hacia el espacio exterior. Estamos expandiendo nuestras aspiraciones para extraer minerales de asteroides y del lecho marino, y algunos, como el inventor y empresario Elon Musk,<sup>2</sup> sueñan con exhalar su último aliento en Marte. No obstante, los milagros de escala verdaderamente bíblica, como el dominio de las lluvias y los vientos, el oscurecimiento del sol, la separación de los mares y la contención de las mareas, parecen estar aún más allá de nuestro alcance. A pesar de todo, algunos tecnólogos y políticos se mantienen inmovibles: quieren manipular los sistemas terrestres, quieren que la geoingeniería sea una realidad, para —según ellos— bloquear o retrasar el cambio climático.

La arrogancia, las expectativas y los daños potenciales no podrían ser mayores. La geoingeniería supone (y promueve) que el planeta está enfilado a un cambio climático tan caótico y devastador para tantos que no tenemos otra opción que desarrollar tecnologías para reducir el daño, o al menos, para ganar tiempo para proteger mejor a la gente y a las economías. (Las razones que explican la trayectoria de la Tierra hacia el caos climático y lo que podría hacerse para cambiar de curso, están fuera de la consideración de los proyectos de geoingeniería).

Para la amplia mayoría de la población mundial —aquellos que no se han involucrado directamente en los debates sobre el cambio climático y nunca han oído hablar de la geoingeniería—, la posibilidad parece fantástica, arrogante, absurdamente peligrosa y, en suma, una muy mala idea. Parece increíble que nuestros gobiernos pudieran considerar seriamente intervenir en los sistemas terrestres, tan complejos e interconectados (que además no conocen de fronteras nacionales), o que estuvieran dispuestos a que la humanidad dependa indefinidamente de una élite tecnocrática. No obstante, la geoingeniería se ha puesto sobre la mesa de negociaciones.

---

2. Daniel Terdiman, “Elon Musk at SXSW: ‘I’d like to die on Mars, just not on impact’”. *CNET*, 9 de marzo de 2013, <https://www.cnet.com/news/elon-musk-at-sxsw-id-like-to-die-on-mars-just-not-on-impact/>.

---

Parece increíble que nuestros gobiernos pudieran considerar seriamente intervenir en los sistemas terrestres, tan complejos e interconectados (que además no conocen de fronteras nacionales), o que estuvieran dispuestos a que la humanidad dependa indefinidamente de una élite tecnocrática.

## ¿EL EMPERADOR TIENE TRAJE?

Muchos gobiernos toman muy en serio el remiendo tecnológico de la geoingeniería. A inicios de la década de 1990, varios países (Alemania, Estados Unidos, Japón, Canadá, México, India y Sudáfrica) invirtieron en experimentos nacionales y/o intergubernamentales para explorar alguna forma de remoción de dióxido de carbono (RDC) o de fertilización oceánica.<sup>3</sup> Además, al menos Estados Unidos, China, Rusia y la República de Corea han llevado a cabo o están desarrollando experimentos de geoingeniería.<sup>4</sup> Las instituciones científicas en Estados Unidos, China y Rusia están analizando técnicas que, en teoría, podrían disminuir las temperaturas al bloquear o reflejar la luz solar (las cuales se agrupan genéricamente bajo el término “Gestión de la Radiación Solar” o “Modificación del Albedo”). Algunos experimentos en campo abierto de estas

- 
3. Un breve panorama de los experimentos tempranos en fertilización oceánica puede encontrarse en: Grupo ETC, “Jugando con Gaia”, *Comuniqué*, n. 93, enero de 2007. Disponible en Internet: [http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/607/03/geoengineeringcom93\\_spanish.pdf](http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/607/03/geoengineeringcom93_spanish.pdf). Véase también: Alexis Madrigal, “U.N. Says ‘No’, Climate Hackers Say, ‘Yes We Can’”. *Wired*, 9 de enero de 2009, <https://www.wired.com/2009/01/fertilizethis/>.
  4. La Fundación Heinrich Böll y el Grupo ETC han producido un mapa mundial interactivo que identifica los experimentos de geoingeniería conocidos. El mapa está disponible en: <https://map.geoengineeringmonitor.org/>.

técnicas ya se anunciaron para fechas tan próximas como 2018.<sup>5</sup> Desde 2008, la mayoría de los gobiernos de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) han estudiado, a la vista del público o en sigilo, las posibilidades e incertidumbres de las técnicas de geoingeniería. Reino Unido, Estados Unidos y Alemania han publicado informes sobre el tema. También, desde 2008, los gobiernos nacionales que participan en tres distintos foros de Naciones Unidas han adoptado moratorias o prohibiciones sobre una o todas las tecnologías de geoingeniería respecto a su campo de acción.<sup>6</sup> Aunque algunos pueden considerar estas resoluciones de Naciones Unidas como “soft law” (principios generales), son significativas porque fueron aprobadas con el consenso (o aquiescencia, al menos) de todas las Partes. Dos instancias de Naciones Unidas —el Convenio sobre Diversidad Biológica y el Convenio de Londres sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias, de 1972 (conocido como el “Convenio de Londres”)— vigilan activamente la geoingeniería para asegurarse de que la integridad de sus resoluciones se mantiene.

La geoingeniería se ha mantenido en segundo plano en las negociaciones sobre el cambio climático en Naciones Unidas por al menos 12 años, pero se convirtió un tema explícito de interés central a partir del Acuerdo de París de 2015. Es bien sabido que el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) ha centrado buena parte de su atención en geoingeniería en preparación de su próximo Informe Global de Evaluación (AR6),<sup>7</sup> que debe hacerse público en 2022, lo mismo que un informe especial sobre la posibilidad de mantener el incremento de la temperatura de la Tierra por debajo

- 
5. Dos científicos de la Universidad de Harvard planean un experimento de GRS en Tucson, Arizona, en 2018. Ver James Temple, “Harvard Scientists Moving Ahead on Plans for Atmospheric Geoengineering Experiments”. *MIT Technology Review*, 24 de marzo de 2017. Disponible en: <https://www.technologyreview.com/s/603974/harvard-scientists-moving-ahead-on-plans-for-atmospheric-geoengineering-experiments/>.
  6. Ver Anexo 1.
  7. Jim Skea, “The IPCC 6th Assessment Cycle: Climate change and mobilising finance”. Presentación de Diapositivas, Banco Europeo de Inversión, 27 de septiembre de 2017, diapositiva 24, [https://institute.eib.org/wp-content/uploads/2017/09/JimSkea\\_EIB\\_20170927.pdf](https://institute.eib.org/wp-content/uploads/2017/09/JimSkea_EIB_20170927.pdf). Jim Skea es el co-presidente del Grupo de Trabajo III.

de 1.5°C para fines del presente siglo.<sup>8</sup> El Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) tomará en consideración este informe especial cuando se reúna a fines de 2018. La geoingeniería está perfilada a tomar una posición central en la geopolítica del cambio climático global.

## SOBERBIA TECNOLÓGICA EN LA HISTORIA

La *gran idea* de modificar intencionalmente el medio ambiente terrestre con propósitos hostiles no es nueva. Leonardo da Vinci unió fuerzas con Nicolás Maquiavelo a inicios del siglo XVI para desviar el río Arno, esperando matar de hambre a la ciudad rival Pisa y otorgar a Florencia una vía navegable hacia el Mediterráneo. Sin embargo, los “geniales” planes de uno de los más famosos inventores y uno de los más infames políticos de la historia —acompañados por una fuerza de trabajo de dos mil hombres— se derrumbaron bajo el peso del clima, los errores de cálculo y la corrupción.<sup>9</sup>

Más recientemente, el desarrollo de la bomba atómica por el gobierno de Estados Unidos y su empleo en 1945, derivaron en un enorme entusiasmo por el uso de explosivos nucleares para hacer estallar las costas de Alaska con el fin de ampliar y hacer más profundos los canales navegables y crear una ruta libre de hielo en el Paso del Noroeste a través del Polo Norte. Aunque se debatió y consideró seriamente en algunos círculos, ninguno de estos proyectos prosperó,<sup>10</sup> excepto, claro está, por las pruebas nucleares atmosféricas que, en sí mismas, son una forma indirecta de modificación de los sistemas terrestres. A pesar de las preocupaciones respecto a la posible creación de un invierno nu-

---

8. El marco de referencia del informe especial sobre el calentamiento climático a 1.5°C, que será publicado en 2018 está disponible en línea: [http://www.ipcc.ch/meetings/session44/l2\\_adopted\\_outline\\_sr15.pdf](http://www.ipcc.ch/meetings/session44/l2_adopted_outline_sr15.pdf).

9. La historia sobre la fallida desviación del río Arno puede encontrarse en: Roger D. Masters, *Fortune Is a River*. Nueva York: The Free Press, 1998.

10. Barton C. Hacker, “Fallout from Plowshare: Peaceful Nuclear Explosions and the Environment, 1956-1973”, document preparado para la reunion annual de la Organización de Historiadores Estadounidenses, Washington, 30 de marzo-2 de abril de 1995: <https://e-reports-ext.llnl.gov/pdf/401977.pdf>.

clear o a la alteración irreversible del campo magnético de la Tierra, las grandes potencias mundiales realizaron cientos de pruebas nucleares atmosféricas durante las décadas de 1950, 1960 y 1970,<sup>11</sup> desafiando toda oposición de los países afectados y de la misma Organización de las Naciones Unidas. Las potencias nucleares se otorgaron a sí mismas la autoridad moral para decidir por el resto de la humanidad.

Los gobiernos de esas potencias nucleares mintieron a sus pueblos sobre los peligros de la radiación nuclear y respecto a la posibilidad real de que una guerra nuclear podría eliminar a la mayoría de la humanidad de la faz de la Tierra.<sup>12</sup> Aunque tanto la Unión Soviética como Estados Unidos se mostraban alarmados por la posibilidad de la proliferación de armas nucleares, no dejaron de firmar la Iniciativa “Átomos por la paz”, que difundió las tecnologías nucleares por todo el mundo con pleno conocimiento de que el desarrollo de plantas nucleares de generación de energía podría conducir –como efectivamente ocurrió– a la proliferación de los arsenales nucleares en el mundo.

La aspiración de usar armas nucleares para modificar la naturaleza en los años de 1950 continuó en las décadas de 1950 y 1970, a través de métodos aparentemente menos polémicos de modificación del clima y los ecosistemas. Lyndon Johnson, 36º presidente de Estados Unidos, quien creció en la época en que los aviadores realizaban descabellados experimentos de siembra de nubes para llevar la lluvia a los ranchos texanos en sequía, estaba ansioso por probar la modificación climática a gran escala y por una causa mayor. Cuando la hambruna amenazó el estado de Bihar en la India, a mediados de la década de 1960, Johnson usó la ayuda alimentaria como palanca para presionar y forzar al gobierno indio a permitir a la Fuerza Aérea de Estados Unidos realizar misiones de siembra de nubes para intentar acabar con la sequía.<sup>13</sup> No

- 
11. Un detallado recuento de la historia de las pruebas nucleares puede encontrarse en: “Nuclear Testing, 1945-Today”, Comisión Preparatoria del Tratado Amplio para la Prohibición de las Pruebas Nucleares, sin fecha. Disponible en Internet: <https://www.ctbto.org/nuclear-testing/history-of-nuclear-testing/nuclear-testing-1945-today/>.
  12. El grado de impostura del gobierno de Estados Unidos es descrito en: Sarah Alisabeth Fox, *Downwind: A People's History of the Nuclear West*, Lincoln y Londres: University of Nebraska Press, 2014.
  13. Ronald E. Doel y Kristine C. Harper, “Prometheus Unleashed: Science as a Diplomatic Weapon in the Lyndon B. Johnson Administration”. *Osiris*, v. 21, n. 1, 2006, pp. 66-85.

existe evidencia de que la siembra de nubes haya funcionado pero —como ocurre con los experimentos de geoingeniería en general—, no hubo tampoco evidencia de que hubiera sido inútil, especialmente porque que los sembradores de nubes no documentaron el volumen de lluvia que cayó efectivamente.<sup>14</sup> Aprovechando la ambigüedad al respecto, Johnson convenció al dictador de Filipinas, Ferdinand Marcos, de que le permitiera ensayar la modificación climática en todo el archipiélago filipino en 1969.<sup>15</sup> Una vez más, los resultados no fueron concluyentes. Desesperado por ganar control de la guerra en Vietnam (y azuzado por los científicos que deseaban dar otra oportunidad a la modificación climática), Johnson seguido por Richard Nixon, empleó clandestinamente la siembra de nubes como arma de guerra, con el propósito de hacer infranqueable la ruta de Ho Chi-Minh.<sup>16</sup> Por tercera ocasión, no se obtuvieron resultados concluyentes sobre la eficacia del experimento.

---

### ¿Quién quiere la geoingeniería? Si atendemos a la retórica, nadie.

Cuando una investigación periodística reveló en 1971 las operaciones de varios años de modificación climática en Vietnam, la controversia política fue intensa. Estados Unidos se esforzó entonces en persuadir a sus aliados en Naciones Unidas de que la modificación climática era una aberración que no se repetiría. En 1975, la Unión Soviética y Estados Unidos presentaron ante la ONU borradores idénticos de un tratado que entró en vigor en 1978, conocido como la Convención sobre la Prohibición de Utilizar Técnicas de Modificación Ambiental con Fines Militares u otros Fines Hostiles (ENMOD).<sup>17</sup> Los países firmantes

---

14 *Ibid.*

15 P. St.-Amand, D. W. Reed, T. L. Wright y S. D. Elliott, GROMET 2: *Rainfall Augmentation in the Philippine Islands*, Publicación Técnica del Centro de Armas Navales, n. 5097, mayo de 1971. Disponible en Internet: <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/723815.pdf>.

16 James Rodger Fleming, "The pathological history of weather and climate modification: Three cycles of promise and hype". *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, v. 37, n. 1, 2006, pp. 3-25.

17 Una breve historia del Tratado ENMOD está disponible en la página electrónica de la Oficina de Naciones Unidas para Asuntos de Desarme: <https://www.un.org/disarmament/geneva/enmod/>.



del Tratado —incluyendo las principales potencias, salvo Francia— se comprometieron a no modificar el medio ambiente con fines militares.

En los cuarenta años que han transcurrido desde su adopción, la prohibición establecida por el Tratado ENMOD sobre “el uso militar o cualquier otro uso hostil” ha frustrado a algunos países del Sur global, los cuales no pudieron dejar de advertir que el supuesto uso pacífico de la modificación climática en la India y las Filipinas sentó las bases para su uso militar en Vietnam. El interés militar por la manipulación climática (geoingeniería) no puede subestimarse. No se requiere ser Maquiavelo para darse cuenta de que ningún país puede ceder el control sobre el clima de la Tierra a otro u otros países, y tal vez Maquiavelo no fue el primero en reconocer que un ataque puede ser la mejor defensa. Si las agencias militares de las grandes potencias no estuvieran investigando (o desarrollando) tecnologías de geoingeniería, sus líderes podrían hasta considerar la falta como una actitud negligente.

## ¿UNA COALICIÓN DE VOLUNTARIOS PARA ATACAR EL CLIMA?

¿Quién quiere la geoingeniería? Si atendemos a la retórica, nadie la quiere. Hasta los más férreos defensores de las inversiones en investigación de geoingeniería señalan que la manipulación intencional del clima es demasiado peligrosa, con demasiadas incertidumbres, como para que los gobiernos la desplieguen. No obstante, un pequeño pero significativo grupo de científicos (casi todos de Europa occidental y América del Norte), cultivan la idea de intervenir el planeta con las técnicas de geoingeniería. Llamado “Geoclique” (camarilla de la geoingeniería) por el periodista científico Eli Kintisch,<sup>18</sup> este pequeño grupo insiste en que el cambio climático es tan amenazante que lo mínimamente razonable es desarrollar un “Plan B” porque los gobiernos están fracasando en reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) tan drásticamente como deberían y, de cualquier modo, el nivel de dióxido de carbono en la atmósfera y su permanencia ya es

---

18. Para más información sobre la camarilla de la geoingeniería, véase el capítulo 5.

suficientemente riesgoso para la humanidad. Todos estos reticentes visionarios enfatizan sus credenciales “verdes” y afirman trabajar por un bien superior. Procuran hacer apasionados exhortos a los gobiernos para que demuestren su liderazgo y reducir las emisiones, e incluso reconocen las incertidumbres científicas de sus propuestas. A pesar de ello, argumentan por doquier a favor de la inversión de recursos para la investigación en geoingeniería y defienden el desarrollo de las técnicas y los experimentos de campo. El libro del profesor de la Universidad de Harvard, David Keith, titulado *A Case for Climate Engineering* [Un argumento a favor de la geoingeniería], de 2013, es un ejemplo de esto.<sup>19</sup>

La camarilla de la geoingeniería ha buscado apoyo de algunos de los más prominentes filantropocapitalistas, como Bill Gates, quien mostró un interés temprano en la geoingeniería.<sup>20</sup> Recientemente, Gates y otros filantropocapitalistas aportaron recursos por unos 7 millones de dólares al nuevo Programa de Investigación en Geoingeniería Solar de la Universidad de Harvard.<sup>21</sup> Sin embargo, el adelanto de capital hecho por el club de los multimillonarios no representa una cantidad suficiente como para que un programa de gestión de la radiación solar (GRS) y sus respectivos experimentos puedan realmente despegar. Al margen del trabajo que en secreto que realizan las agencias militares, los gobiernos de las grandes potencias —con la excepción de China y probablemente Rusia— se han mostrado reticentes a apoyar más allá de estudios y conferencias. Hasta el momento finalizamos la redacción de este libro, no vemos en ninguna parte el dinero suficiente para llevar a cabo la visión de los geoingenieros, pero eso puede cambiar pronto.

El Acuerdo de París de 2015 sirvió para que los políticos ganaran tiempo. Aunque es caracterizado, una y otra vez, como “decisión histórica”, en realidad, el Acuerdo de París permitió a los políticos postergar la acción hasta después del siguiente ciclo electoral. En vez de com-

---

19. David Keith, *A Case for Climate Engineering*. Cambridge y Londres: MIT Press, 2013.

20. En su escrito de respaldo para la contraportada del libro de Keith, Bill Gates declara que el caso a favor de la geoingeniería “es un argumento convincente acerca de la necesidad de realizar investigación seria sobre la geoingeniería, así como de una discusión que conduzca a una política robusta sobre sus posibles usos”.

21. Para más información sobre el financiamiento del programa, véase: <https://geoengineering.environment.harvard.edu/about/funding>.

prometerse a reducciones obligatorias y drásticas de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), protegieron el *statu quo* económico, incluyendo a la muy poderosa industria de los combustibles fósiles, cuyos billones de dólares en reservas hubieran quedado varados. Cuando llegue el momento de la verdad en 2020 (o poco después), los datos sobre el clima serán todavía más alarmantes y ahí sí, nos dirán que la única “solución”, suficientemente drástica para enfrentar el cambio climático, son los remiendos técnicos de la geoingeniería. Los mismos promotores de la industria de los combustibles fósiles que llevaron a los gobiernos a este desastre presionarán por la adopción de medidas como la gestión de la radiación solar y para que se invierta en sus especiales tecnologías de “emisiones negativas”, como bioenergía y la captura y almacenamiento de carbono.<sup>22</sup> Los militares estarán en alerta para tomar acciones defensivas (y muy probablemente, acciones ofensivas encubiertas). Probablemente, los filantropocapitalistas aumentarán sus contribuciones. Numerosos científicos académicos y conservacionistas se sumarán a la promoción de tecnologías de “emisiones negativas” (técnicas para la remoción de CO<sub>2</sub> de la atmósfera),<sup>23</sup> a pesar de los riesgos que implican para los suelos, el agua, la producción de alimentos y las comunidades indígenas y campesinas. El apoyo a métodos ya comprobados de reabsorción de CO<sub>2</sub>, como el mantenimiento y la restauración de los bosques naturales y otros ecosistemas con las comunidades que viven dentro y junto con ellos, así como el apoyo a los sistemas alimentarios campesinos y agroecológicos, serán abandonados.

---

Juntos o asociados con otros agentes, estos aspirantes a emperadores podrían incluso formar una “coalición de voluntarios para atacar el clima”, y emplear la geoingeniería para proteger “su parte” del hemisferio Norte a costa de la suerte del resto del mundo.

---

22. Estas tecnologías serán descritas en el capítulo 2 de este informe.

23. FERN, “What are negative emissions?” Disponible en: <http://www.fern.org/campaign/forests-and-climate/what-are-negative-emissions>.

Debemos recordar que estamos en tiempos de descontento social generalizado, en los que las economías crecen, al igual que la desigualdad económica y social. Las empresas transnacionales nunca antes han sido tan poderosas y los gobiernos batallan para mantener el paso. Peor aún, tenemos en la Casa Blanca un gobierno que hace parecer a la administración Nixon como un ejemplo de transparencia, y líderes en Rusia y China que no dudarán en emplear la manipulación climática si conviene a sus intereses. Juntos o asociados con otros agentes, estos aspirantes a emperadores podrían incluso formar una “coalición climática de voluntarios”, y emplear la geoingeniería para proteger “su parte” del hemisferio Norte a costa de la suerte del resto del mundo.

## EL NUEVO CABALLO DEL EMPERADOR

Se requiere investigación. Existe consenso en todos los bandos del debate sobre la geoingeniería respecto a que para sobrevivir el cambio climático necesitamos saber mucho más sobre los sistemas planetarios. De hecho, en algunas áreas la agenda de investigación es compatible, incluso cuando los objetivos son divergentes. Pero existen cosas que no sabemos que desconocemos y que debemos saber antes de intervenir en el termostato global. A mediados de 2017, el mundo se sorprendió al saber que la más larga cadena de volcanes no está en África oriental, sino en el oeste de la Antártida: más de 90 volcanes fueron descubiertos bajo cuatro kilómetros de hielo derretido.<sup>24</sup> El derretimiento del hielo puede alterar la presión sobre los volcanes y, posiblemente, causar erupciones. Si la Antártida llegara a sufrir erupciones poderosas, al tiempo en que los emperadores dispersan sulfatos en la atmósfera por medio de “volcanes sintéticos” para “gestionar” la radiación solar, podríamos llegar a una situación en la que tendríamos que preocuparnos más por frenar una nueva era de hielo que por el calentamiento global. Hace muy poco aprendimos también que existe un veloz río en lo pro-

---

24. Andy Coghlan, “There are almost 100 new volcanoes hiding under Antarctic ice”. *New Scientist*, 15 de Agosto de 2017. Disponible en: <https://www.newscientist.com/article/2143924-there-are-almost-100-new-volcanoes-hiding-under-antarctic-ice/>.

fundo del Océano Pacífico<sup>25</sup> y que podría influir significativamente en los efectos de la fertilización oceánica. La pregunta para los geoingenieros es entonces: ¿qué más no saben?

Después de París 2015, en los estudios y políticas sobre el cambio climático se está normalizando la noción de que la geoingeniería podría ser una medida viable, sin una conciencia pública o un debate intergubernamental incluyente. Los elaboradores de políticas empiezan a creer que el *nuevo clima del emperador es inevitable*.

El derecho de cada país y de cada ciudadano a debatir y eventualmente rechazar o aceptar los remiendos tecnológicos debe reafirmarse. Los países, en ejercicio de su soberanía, deben mantener el debate sobre la geoingeniería en el ámbito global, incluyendo a la Asamblea General de Naciones Unidas, y en el contexto de las respuestas a la mitigación que ya se conocen, aún si se trata de respuestas que contradicen el pensamiento económico convencional y que son rechazadas por intereses creados.

---

En los estudios y las políticas sobre el cambio climático se está normalizando la noción de que la geoingeniería podría ser una medida viable, sin una conciencia pública o un debate intergubernamental incluyente. Los elaboradores de políticas empiezan a creer que el *nuevo clima del emperador es inevitable*.

Debemos recordar que, aunque el tiempo es poco, los pueblos y las civilizaciones pueden, en ocasiones, actuar muy rápidamente. Esto no niega que las emisiones de CO<sub>2</sub> son acumulativas y que el recorte drástico de emisiones en los años próximos años podría ser insuficiente al final de este siglo. Sin embargo, la humanidad ha demostrado enorme flexibilidad en el pasado. Por ejemplo, ante la inminencia de la Segunda Guerra Mundial, las potencias industriales de la época transformaron sus economías casi de la noche a la mañana, cuando los habitantes ur-

---

25. Richard Gray, "The giant undersea rivers we know very little about". *BBC Future*, 6 de julio de 2017: <http://www.bbc.com/future/story/20170706-the-mystery-of-the-massive-deep-sea-rivers>.

banos de América del Norte se lanzaron a la acción para cultivar los llamados “huertos de la victoria” para asegurar su abasto de alimentos y, de paso, otorgarse la dieta más nutritiva de todo el siglo. Pensemos en los cambios que han ocurrido desde 1920 hasta el 2000: la mayoría de los avances tecnológicos que directamente beneficiaron la salud y el bienestar ocurrieron en las primeras décadas del siglo xx y —contrariamente a la visión auto-exaltadora de Silicon Valley—, en realidad se agotaron después de la década de 1970. Las primeras conversaciones sobre el cambio climático comenzaron en la década de 1960, pero apenas arraigaron hasta ahora. También en la década de 1960 comenzaron a crecer las preocupaciones por los efectos del tabaquismo y ahora la cultura del cigarrillo está en franca retirada en muchos países.

Aunque aún falta mucho camino por recorrer, las actitudes sociales respecto al género, —especialmente en relación con la comunidad LGBT+— cambiaron enormemente en muchos países en menos de una década. Un cambio profundo puede exhibir largos periodos de latencia, pero los cambios súbitos pueden ocurrir en unos cuantos años.

Los geoingenieros (y muchas otras personas) están preocupados porque la inseguridad alimentaria aumentará a medida que las cambiantes condiciones climáticas exacerben las plagas de los cultivos y las enfermedades del ganado (ya ahora muy vulnerables por la uniformidad genética). A estas preocupaciones se suman otras relacionadas con la salud humana, como la cada vez mayor resistencia a los antibióticos.

---

Los campesinos, agricultores en pequeño y pescadores artesanales podrían enfrentar todos los retos del cambio climático en este siglo si se les apoya en vez de sabotearlos. Los elaboradores de políticas deben escuchar a los campesinos en vez de a los guardianes de la cadena alimentaria agroindustrial.

No obstante, nuestra experiencia histórica indica que los campesinos pueden, cuando es necesario, adaptar sus prácticas productivas rápidamente. En menos de 100 años, los campesinos africanos adoptaron

y adaptaron el maíz proveniente del hemisferio occidental a casi toda condición climática en el continente, sin el concurso de ferrocarriles, telegramas o técnicos.<sup>26</sup>

De modo similar, los campesinos de Papúa Nueva Guinea adaptaron otro cultivo —la batata, boniato o camote— para la alimentación humana y animal, desde los pantanos y manglares de las costas hasta la cima de las montañas, a través de 600 lenguas distintas también en menos de 100 años.<sup>27</sup> Los campesinos inmigrantes trajeron semillas desde Europa y las adaptaron a climas y suelos extremadamente distintos en América del Norte en sólo una generación. Los esclavos de África occidental que huyeron de las haciendas contrabandearon semillas de sus territorios de origen e inmediatamente las adaptaron a los climas y condiciones locales del Caribe y América del Sur en sólo una temporada. Las campesinas y campesinos, pequeños agricultores y pescadores artesanales podrían enfrentar todos los retos del cambio climático en este siglo si se les apoya en vez de sabotearlos.

Los elaboradores de políticas deben escuchar a las campesinas y campesinos en vez de a los guardianes de la cadena alimentaria agroindustrial, y deberían negar recursos para proyectos como la Bioenergía con Captura y Almacenamiento de Carbono (BECCS, por sus siglas en inglés)<sup>28</sup> que impedirán el desarrollo de las estrategias de mitigación propias de los agricultores de pequeña escala. Se deben proteger los sistemas de cultivo local y los ecosistemas. La geoingeniería, al cambiar el clima local, reducir la radiación solar, afectar los monzones y los patrones de viento, y al desatar batallas por el control de la tierra, el agua y los nutrientes para el despliegue de grandes plantaciones de bioenergía, amenaza las capacidades que tienen los campesinos para enfrentar el caos climático y amenaza sus formas de vida. El reciente auge de las energías eólica y solar (fuentes de energía que nos acompañan desde

---

26. Ver Pat Mooney y Grupo ETC, “The changing agribusiness climate: Corporate concentration, agricultural inputs, innovation and climate change”, *Corporate Role in Food and Agriculture*, Sección IV, Número especial: Mapping the Global Food Landscape, *Canadian Food Studies*, v. 2, n. 2, septiembre de 2015, pp. 117-125. Disponible en: <http://canadian-foodstudies.uwaterloo.ca/index.php/cfs/article/view/107>.

27. *Ibid.*

28. La tecnología BECCS se discute en el capítulo 3.

hace siglos), fue impulsado en la década de 1970 por el embargo petrolero de la Organización de los Países Exportadores de Petróleo, OPEP, contra Estados Unidos. Cuando terminó el embargo, también acabó el entusiasmo por las fuentes alternativas de energía.

En el presente siglo, el costo y la eficiencia de las energías solar y eólica han mejorado de manera impresionante. No existe una razón tecnológica para dudar que muchas fuentes alternas de energía podrían satisfacer nuestras necesidades o que los combustibles fósiles pueden hacerse innecesarios antes de mediados de este siglo. La mayor barrera a este cambio es la industria de la energía fósil, y la discusión que más urge sostener es cómo haremos para desmantelarla.

No decimos esto para ignorar que el cambio climático tendrá enormes impactos negativos en este siglo. La agricultura, por ejemplo, experimentará retos sin precedentes. Debemos fortalecer la resiliencia de las sociedades para que éstas no sólo colaboren, sino que puedan cambiar rápidamente a medida que se requiera. No tenemos por qué rendirnos a los *emperadores*.

---

La mayor barrera para cambiar a energía solar y eólica y dejar de consumir hidrocarburos es la industria de la energía fósil, la discusión que más urge sostener es cómo haremos para desmantelarla.



## SOLUCIONES SEGURAS, JUSTAS Y ECOLÓGICAMENTE SUSTENTABLES PARA LA CRISIS CLIMÁTICA

- Rutas para la reducción drástica de emisiones de gei integradas en todos los sectores.
- Eliminación gradual —políticamente administrada y coordinada— de la infraestructura y producción de combustibles fósiles (incluyendo el cierre temprano de los campos petroleros existentes, las minas de carbón y los sitios de explotación mediante fractura hidráulica).
- Oferta de energía 100% descentralizada a partir de fuentes renovables y ambientalmente seguras, como la energía eólica y solar, con el consentimiento de las comunidades.
- Cambio en los estilos de vida de alto consumo y cadenas de producción en masa.
- Sistemas de transporte público comunitarios de alta eficiencia.
- Reducción absoluta del consumo global de recursos y energía, por ejemplo, mediante economías circulares y estrategias de cero residuos.
- Restauración amplia, pero cuidadosa de los ecosistemas globales: bosques, selvas, ciénagas y océanos, con plena participación de las comunidades locales que viven en ellos y los mantienen.
- Transformación de las cadenas alimentarias agroindustriales intensivas en emisiones y fertilizantes hacia una producción alimentaria basada en la agricultura campesina y las pequeñas unidades de producción agroalimentaria.
- Usos del suelo y prácticas agrícolas adaptados ambiental y localmente; apoyo a la producción agroecológica y a la producción ecológica campesina.
- Apoyo a los mercados locales campesinos y de pequeños productores.

# CAPÍTULO II

*Geingeniería: Las tecnologías*

## Y USTEDES GEOINGENIEROS, ¿QUÉ SABEN?

No sabemos cómo “intervenir el planeta” con geoingeniería. No sabemos cuánto costará, especialmente si fracasa o cuando fracase e impida el desarrollo de alternativas constructivas o provoque efectos adversos. Sin embargo, sus proponentes afirman que la geoingeniería no será costosa.<sup>1</sup> No sabemos cómo retirar una tecnología de escala planetaria una vez que se ponga en operación. No sabemos con certeza que impactos tendrá en la salud humana y en el ambiente. Los geoingenieros podrían estar subestimando drásticamente la dificultad que implica introducir cambios en los ecosistemas con resultados previsibles, incluso si son al-

1. Por ejemplo, en su libro, *A case for Climate Engineering*, p. 95, David Keith dice sobre la Inyección Estratosférica de Aerosoles que: “el despliegue no es difícil ni caro”. Los promotores de la geoingeniería Lee Lane y Eric Bickell argumentan que “el beneficio potencial [de la Gestión de la Radiación Solar] es tan obvio que difícilmente se necesita de una evaluación económica seria para demostrar que la investigación de sus méritos podría generar enormes dividendos”. No obstante, realizan una “estimación aproximada” que la tasa de beneficio respecto al costo de investigar en tecnologías de GRS es de aproximadamente mil a uno”. Lee Lane y Erick Brickell, “Climate change: Climate engineering R&D” [Challenge paper], Third Copenhagen Consensus: Copenhagen Consensus Center, 2012, pp. 2-3, <http://www.copenhagenconsensus.com/sites/default/files/climatechangeengineeringr26d.pdf>.

teraciones “más suaves o ligeras”,<sup>2</sup> como talar árboles para aumentar la capa de nieve en el suelo y reflejar mayor cantidad de luz del sol lejos de la Tierra, o bien esparcir arena absorbente de CO<sub>2</sub> en los suelos. Los experimentos intencionales de manipulación de los sistemas planetarios podrían tener el mismo impacto que el “experimento no intencional” de geoingeniería que representó la Revolución Industrial (es decir, el cambio climático antropogénico): daños desproporcionados a la población que vive en las áreas tropicales y subtropicales del mundo.

---

Los geoingenieros podrían estar subestimando drásticamente la dificultad que implica introducir cambios en los ecosistemas con resultados previsibles.

La geoingeniería es una ocurrencia de ingenieros, no de científicos del clima, ecólogos o sociólogos. Con el fin de diseñar instrumentos suficientemente contundentes como para provocar un impacto dramático en el clima global, las propuestas de geoingeniería necesitan soslayar muchas de las múltiples complejidades e interconexiones de los sistemas vivos: ¿hace demasiado calor? ¡Bloqueemos la luz del sol! ¿Hay demasiado CO<sub>2</sub> en la atmósfera? ¡Enterrémoslo! Al revisar los perfiles de los geoingenieros es raro encontrar entre ellos a oceanógrafos, geólogos, químicos atmosféricos o biólogos.

El grupo Keith en la universidad de Harvard, por ejemplo, en el que laboran más de una docena de personas “en la intersección de la ciencia climática y la tecnología... [y que se centra en] la ciencia y la política pública de la geoingeniería solar”,<sup>3</sup> sólo cuenta con un estudiante de licenciatura en Ciencias de la Tierra entre sus colaboradores.<sup>4</sup> El área de especialidad del mismo David Keith es la física (y más recientemente, la política pública).

- 
2. Las técnicas de “geoingeniería suave” son descritas en Robert L. Olson, “Soft Geoengineering: A Gentler Approach to Addressing Climate Change”. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, v. 54, n. 5, 2012, pp. 29-39.
  3. Véase la página electrónica de The Keith Group: <https://keith.seas.harvard.edu/>.
  4. Véase la página electrónica de The Keith Group: <https://keith.seas.harvard.edu/people>.

## ¿QUÉ HAY EN UN NOMBRE?

Dada la audacia de las propuestas de geoingeniería, no sorprende que sus defensores pasen tanto tiempo pensando (y repensando) en la forma de presentarlas como benéficas ante los elaboradores de políticas y ante el público. En general, predominan dos categorías taxonómicas: las propuestas que buscan disminuir el nivel de los gases de efecto invernadero en la atmósfera (GEI) y aquellas que pretenden alterar la temperatura Remoción de Dióxido de Carbono (RDC) y/o Remoción de Gases de Efecto Invernadero (RGEI) y Gestión de la Radiación Solar (SRM), respectivamente. Una tercera categoría, denominada Modificación Climática, tiene connotaciones de charlatanería y de operaciones encubiertas, por lo que se descarta frecuentemente, pero existen razones intelectuales y técnicas para tenerla en cuenta. El historiador James Fleming demostró que la ingeniería climática con su alharaca “patológica” y su “debate empobrecido” (es decir, ahistórico y sin consideraciones de carácter social), es heredera legítima de la Modificación Climática.<sup>5</sup> Por ello, cuando los promotores de la geoingeniería alegan que es posible aplicar intervenciones climáticas reversibles, locales, que pueden aumentarse gradualmente y de pequeña escala, las distinciones técnicas entre las tecnologías de Modificación Climática se vuelven más borrosas (véase recuadro siguiente).

En última instancia, clasificar algo dentro o fuera del campo de la geoingeniería es una cuestión política. Rachel Smolker, codirectora de Biofuelwatch explica el potencial para “engañar al público con el juego de la definición, la identificación y la forma de comunicar de la geoingeniería del clima”.<sup>6</sup> Una maniobra común para ganar apoyo público y político para la geoingeniería consiste en hacer referencia a las tecnologías de “remoción” (de CO<sub>2</sub> y de gases con efecto invernadero)

- 
5. James Rodger Fleming, “The pathological history of weather and climate modification: Three cycles of promise and hype”. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences*, v. 37, n. 1, 2006, pp. 3-25.
  6. Rachel Smolker, “What is Climate Geoengineering? Word Games in the Ongoing Debates Over a Definition”. *Truthout*, 12 de febrero de 2014, <http://www.truth-out.org/news/item/21798-what-is-climate-geoengineering-word-games-in-the-ongoing-debates-over-a-definition>.

como ejemplos de “mitigación”, como también puede verse en los recientes informes del IPCC.<sup>7</sup> Hace una década, en su Informe Global de Evaluación de 2007 (AR4), el IPCC definió la mitigación como las intervenciones humanas para reducir los niveles de GEI por medio de mayor eficiencia energética y de combustible, mejorar el uso del suelo, el compostaje y acciones similares.<sup>8</sup> Agrupar todas estas técnicas con las tecnologías de geoingeniería es una desviación radical y alarmante de la postura del IPCC, no solamente por los impactos que conllevan, también porque ninguna de ellas es para reducir las emisiones —la raíz del cambio climático— sino incluso podría perpetuarlas.

Una definición estrecha de la geoingeniería podría resultar en que técnicas tan controvertidas y con tantos impactos como la mal llamada “forestación”, (mega plantaciones de monocultivos de árboles) quedaran fuera del escrutinio público internacional sobre geoingeniería. Por otra parte, una definición demasiado amplia de ésta —que incluyera, por ejemplo, dentro de las técnicas de GRS el pintar los techos de blanco— podría debilitar las medidas de vigilancia y perjudicar las resistencias a las tecnologías más extremas e impredecibles. Recientemente hubo un (descabellado) intento de verter partículas de hierro en el Pacífico nordeste. Se detuvo, pero pasó casi inadvertido, a pesar de la existencia de dos moratorias internacionales sobre la fertilización oceánica, en parte porque se presentó como un proyecto de “restauración del salmón”, y no como un experimento de “fertilización oceánica” (véase el Estudio de caso III, en el capítulo 3).

Entre los intentos por renombrar las tecnologías de geoingeniería —para desvincularlas de la crítica— se incluyen términos como “remediación climática”, “geoingeniería suave (o moderada)”, o incluso “geo-

---

7. Linda Schneider “Geoengineering further encroaching on the IPCC’s work”. *Geoengineering Monitor*, blog, 20 de septiembre de 2017. Disponible en: <http://www.geoengineeringmonitor.org/2017/09/geoengineering-further-encroaching-on-the-ipccs-work-46th-ipcc-meeting-in-montreal-canada/>.

8. IPCC, “Climate Change: Synthesis Report”. *IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007*. Disponible en: [https://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/syr/en/spms4.html](https://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/spms4.html).

terapia”,<sup>9</sup> con lo que se sugiere que el propósito es la rehabilitación y la restauración benigna y/o la aplicación local, gradual o “ligera” de las técnicas de geoingeniería. Cuando Ken Caldeira acuñó el término Gestión de la Radiación Solar hace más de una década, lo hizo —según él mismo dice— para acomodarse al lenguaje político burocrático, pensando que ese nombre “aburrido y oscuro” no generaría ninguna alarma. Más tarde, el propio Caldeira pensó que sería mejor utilizar el término “reflejo” en vez del cargado término “radiación” pero no tuvo éxito.<sup>10</sup>

Mientras los promotores de la geoingeniería dedican tiempo a tratar de cambiar su imagen. Nosotros no debemos distraernos y seguir con el escrutinio de las intervenciones técnicas propuestas y sus implicaciones e impactos potenciales, más allá de los nombres con que se presenten.

Este capítulo ofrece un panorama de varias de las tecnologías propuestas. Las hemos agrupado de acuerdo con el ecosistema que pretenden afectar (la tierra, los océanos y el aire), con el fin en poner énfasis en cada ecosistema, lo cual no implica necesariamente que sus efectos se limitarán únicamente al sistema en cuestión. Una manipulación de los océanos tendrá efecto sobre la climatología de las nubes y una manipulación de las nubes tendrá efecto en los océanos.<sup>11</sup> Así como existen “retroalimentaciones climáticas”, las tecnologías de geoingeniería que se apliquen también producirán efectos múltiples y retroalimentación entre ecosistemas, sólo que éstos solamente los veremos en tiempo real, a medida que sean producidos en el mundo real.

---

9. Benjamin Rancore, “The Ethics of Climate Change: Geoengineering and Geotherapy”. *Remineralize the Earth*, blog, 10 de febrero de 2017: <https://remineralize.org/2017/02/the-ethics-of-climate-change-geoengineering-and-geotherapy/>.

10. El juego que derivó en el término usado por Caldeira es narrado en Clive Hamilton, *Earthmasters: The Dawn of the Age of Climate Engineering*, New Haven y Londres: Yale University Press, 2013, pp. 76-77.

11. Eliot Barford, “Rising Ocean Acidity Will Exacerbate Global Warming”. *Nature News*, 25 de agosto de 2013: <https://www.nature.com/news/rising-ocean-acidity-will-exacerbate-global-warming-1.13602>. Véase también la página electrónica del Proyecto Internacional de Climatología de las Nubes por Satélite: <https://isccp.giss.nasa.gov/role.html>.

## TRES CATEGORÍAS DE GEOINGENIERÍA PROPUESTAS POR LOS GEOINGENIEROS

### 1. Remoción de gases de efecto invernadero (RGEI), incluyendo remoción de dióxido de carbono (RDC)

RGEI y RDC se refieren a técnicas que buscan remover de la atmósfera el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) liberado por actividades como la quema de combustibles fósiles, la deforestación o la agricultura industrial. Existen varias tecnologías propuestas de RGEI/RDC. Algunas de ellas buscan alterar el balance químico en los océanos para incrementar la absorción de  $\text{CO}_2$ ; otras son técnicas mecánicas para capturarlo desde su fuente industrial y después enterrarlo en fondos geológicos. Hay también propuestas de modificación genética de plantas para incrementar su capacidad de capturar  $\text{CO}_2$ . Mientras que la mayoría de las tecnologías se centran en el  $\text{CO}_2$  como el principal gas que provoca el cambio climático en la atmósfera el uso de la noción de “remoción de gases de efecto invernadero” término implica que el objetivo es cualquier gas de efecto invernadero, incluyendo, por ejemplo, el metano o el óxido nitroso.

Para ser efectivas, las tecnologías de remoción de  $\text{CO}_2$  tendrían que aplicarse indefinidamente a escala global y de manera coordinada. Es aún incierto cuánto tiempo y qué tan efectivamente permanecería “secuestrado” el  $\text{CO}_2$  y cuáles serían los impactos para los pueblos cuyos modos de vida están más directamente vinculados con los ecosistemas que serían alterados. A pesar de que las investigaciones en este campo se aceleraron en la última década, nadie ha demostrado que la captura artificial de  $\text{CO}_2$  a gran escala y a largo plazo es costeable, inocua o incluso posible, y tampoco se ha probado que las tecnologías RDC producirían el efecto deseado de disminuir la temperatura de la Tierra.

### 2. Gestión de la radiación solar (GRS)

Las tecnologías GRS, (SRM por sus siglas en inglés), buscan disminuir la cantidad de calor en la atmósfera reflejando la luz solar hacia el espacio, antes de que ésta sea atrapada en la atmósfera terrestre por los GEI, con lo que, presuntamente, se reducirían las temperaturas.



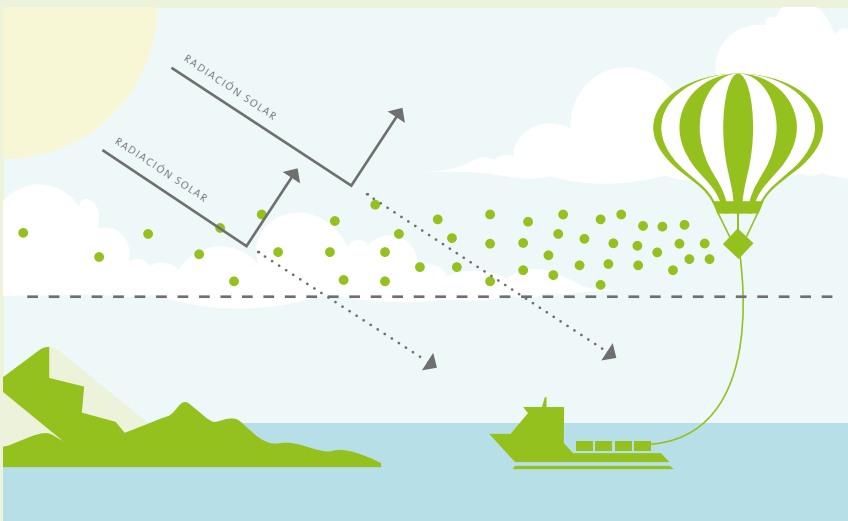
De modo similar a las tecnologías de remoción de gases de invernadero, la GRS aplica un enfoque de “fin de línea” (*end-of-pipe*), es decir, que concentra su esfuerzo en la reducción de algunos de los efectos dañinos derivados de los altos niveles en los gases de efecto invernadero y no en la reducción de las emisiones. El problema de la acidificación de los océanos no sería abordado por estas tecnologías y, de hecho, algunas tecnologías GRS podrían agravarlo. Las técnicas propuestas o bajo investigación incluyen desde ejemplos de tecnologías muy simples de “geoingeniería reflectiva”, como pintar de blanco los techos y las carreteras para reflejar la luz solar, hasta tecnologías extremas como la inyección estratosférica de aerosoles y espejos espaciales que forman una malla reflejante extremadamente delgada colocada de algún modo entre la Tierra y el sol.

Si bien cada una de las propuestas de GRS tiene sus implicaciones, comparten el objetivo de inducir un cambio en el llamado *balance de la radiación solar* del planeta. Buscan enviar la energía (en la forma de luz solar) lejos de la Tierra para que no quede atrapada en la atmósfera y cause aumento de las temperaturas. El despliegue de las tecnologías GRS alteraría el ciclo hidrológico (al reducir o incrementar la lluvia debido a los cambios en los patrones climáticos), y produciría impactos desiguales a lo largo del planeta, poniendo en riesgo las fuentes de agua y alimento de millones de personas.<sup>12</sup> Si las estrategias de GRS se desplegaran a gran escala y de pronto se interrumpieran debido a cambios ideológicos o económicos, a guerras o a la falla misma de las tecnologías, ocurriría un drástico calentamiento global ocasionado por la terminación del efecto refrigerante de las tecnologías de GRS. A esta situación se la denomina en algunos textos “choque por interrupción” (*termination shock*).<sup>13</sup> Algunos analistas argumentan que el choque por interrupción podría evitarse e incluso ofrecen una explicación alternativa (según ellos

- 
12. Alan Robock, “Albedo enhancement by stratospheric sulfur injections: More research needed”. *Earth’s Future*, v. 4, n. 12, 18 de diciembre de 2016, pp. 644-648: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2016EF000407/full>.
  13. Jesse L. Reynolds, Andy Parker y Peter Irvine, “Five solar geoengineering tropes that have outstayed their welcome”. *Earth’s Future*, v. 4, n. 12, 13 de diciembre de 2016, pp. 562-568: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2016EF000416/full>.

“precisa”) de esta preocupación: “Cuando la gestión de la radiación solar ya generó un grado relativamente alto de enfriamiento, no puede detenerse súbitamente, pero podría retirarse gradualmente después de un largo periodo”.<sup>14</sup> No obstante, el retiro gradual de esta tecnología sólo sería posible en presencia de una remoción segura, efectiva y simultánea del exceso de gases de efecto invernadero en la atmósfera. El problema es que el cese de las emisiones, la funcionalidad de las otras técnicas y la posibilidad de un retiro gradual de esta tecnología son solamente hipotéticos.

Las tecnologías de gestión de la radiación solar alterarían el ciclo hidrológico (al reducir o incrementar la lluvia debido a los cambios en los patrones climáticos), y producirían efectos desiguales a lo largo del planeta, poniendo en riesgo las fuentes de agua y alimento de millones de personas



Las tecnologías GRS buscan enviar la energía (en la forma de luz solar) lejos de la Tierra para que no quede atrapada en la atmósfera, causando aumento de las temperaturas.

14. *Ibid.*

### 3. Modificación climática

Los intentos modernos por controlar el clima comenzaron en fechas tan tempranas como 1830, con los esfuerzos para atraer o suprimir la lluvia.<sup>15</sup> Las técnicas de supresión de lluvia se emplean actualmente en China para garantizar cielos claros para eventos estatales importantes.<sup>16</sup> El caso de la llamada modificación climática se entiende como un fenómeno local durante un periodo corto de tiempo, o sea que se refiera al tiempo atmosférico y fenómenos meteorológicos. El clima en general hace referencia a las condiciones atmosféricas en un lugar particular durante periodos largos (de aproximadamente 30 años o más), pero los dos fenómenos están relacionados. A medida que el clima cambia, produce eventos cada vez más extremos y, con ello, crece también el interés por controlar el tiempo atmosférico. Además, las técnicas de geoingeniería, orientadas para tener un efecto en el clima producirán también efectos en los fenómenos meteorológicos. Si, por ejemplo, el blanqueamiento de las nubes marinas (una técnica GRS que busca potenciar la capacidad de las nubes para reflejar la luz), se desplegara simultáneamente con la siembra de nubes (que busca incrementar la precipitación), la probabilidad de un tiempo o clima local inestable aumentaría. Existen también preocupaciones geopolíticas. Si los gobiernos lograran cambiar el curso de tormentas potencialmente dañinas, la desviación y la reorientación de dichas tormentas hacia otros países podría considerarse un acto de guerra.

---

15. James Rodger Fleming narra la historia en *Fixing the Sky: The Checkered History of Weather and Climate Control*, Nueva York: Columbia University Press, 2010.

16. Dan Fletcher, "How Did the Chinese Create Snow?" *Time*, 3 de noviembre de 2009: <http://content.time.com/time/health/article/0,8599,1934090,00.html>.

## TIERRA: TECNOLOGÍAS DE GEOINGENIERÍA DIRIGIDAS A LOS ECOSISTEMAS TERRESTRES

### Captura y almacenamiento de carbono (CAC)

Las técnicas de CAC (CCS por sus siglas en inglés) son en su mayoría aún proyectos, y aunque es un área de enorme interés tiene aplicaciones limitadas. Los escenarios de captura y almacenamiento de carbono plantean que el CO<sub>2</sub> se extraería continuamente de las chimeneas industriales (o de los tubos de escape de los automotores) por medio de “depuradores” (que emplearían sustancias químicas absorbentes), para después transportarlo líquido en ductos a un sitio en el que sería inyectado en los acuíferos salinos, en los fondos geológicos de petróleo o gas o incluso bajo el lecho oceánico para permanecer ahí, en teoría, almacenado durante largos periodos.<sup>17</sup>

Las técnicas de CAC se desarrollaron originalmente como técnicas para la Recuperación Mejorada de Petróleo (EOR, por las siglas en inglés de Enhanced Oil Recovery) y no como respuesta al cambio climático. El bombear CO<sub>2</sub> a presión en los yacimientos de petróleo para ampliar su producción accediendo a las reservas más profundas, es una práctica que se realiza hace más de 40 años, particularmente en Estados Unidos donde se utiliza para aumentar la producción nacional de petróleo. Un informe reciente de la International Energy Agency Unit de Estados Unidos para la captura y almacenamiento de carbono describe la *Recuperación Mejorada de Petróleo* como un medio para co-explotar dos actividades de negocios: la recuperación de petróleo y el almacenamiento lucrativo de CO<sub>2</sub>.<sup>18</sup> Sin embargo, dicho informe advierte de la necesidad de que los gobiernos creen “una estructura política que comprenda instrumentos económicos múltiples y complementarios”, incluyendo incentivos fiscales para que la CAC se vuelva económicamente viable.<sup>19</sup> El

---

17. Clasificamos la CAC entre las propuestas que tienen como objetivo alterar los ecosistemas terrestres, pero la parte correspondiente al Almacenamiento en CAC también busca afectar los ecosistemas marinos.

18. International Energy Agency, *Storing CO<sub>2</sub> through Enhanced Oil Recovery: Combining EOR with CO<sub>2</sub> storage (EOR+) for profit*, OECD/IEA, 2015, p. 6: [https://www.iea.org/publications/insights/insightpublications/CO2EOR\\_3Nov2015.pdf](https://www.iea.org/publications/insights/insightpublications/CO2EOR_3Nov2015.pdf).

19. *Ibid.*

proceso de la captura y almacenamiento de carbono no sólo es costoso sino que representa también un reto tecnológico (especialmente en lo que respecta a las fases de “captura” y compresión del gas, que constituyen hasta el 90% del costo total de la CAC).<sup>20</sup> La relación simbiótica entre la CAC y la EOR anula su potencial (incluyendo su potencial teórico), como para considerarlas una respuesta seria al cambio climático. Todo el carbono capturado de la única planta generadora de energía (por medio de carbón), equipada con tecnología CAC en Estados Unidos –en Petra Nova, en Texas– se transporta 132 kilómetros a través de un ducto hasta un campo petrolero donde se inyecta para servir a la recuperación mejorada de petróleo.<sup>21</sup> Además, es también incierto si los gases de efecto invernadero inyectados permanecerán almacenados con seguridad y por cuánto tiempo. Las fugas y los derrames son considerados los mayores riesgos de esta tecnología.<sup>22</sup>

### **Captura, uso y almacenamiento de carbono (CUAC)**

CUAC (CCUS por sus siglas en inglés) es un intento por hacer más rentable la CAC y, posiblemente, desligarla de la recuperación mejorada de petróleo (EOR). La CUAC implica la mercantilización del CO<sub>2</sub> capturado, que podría emplearse como materia prima en la manufactura y así “almacenarse” efectivamente en los bienes fabricados. Los escenarios son teóricos en gran medida. Una de las ideas que se barajan es alimentar algas marinas con el CO<sub>2</sub> capturado con el fin de producir biocombustibles (que al consumirse liberarían nuevamente los gases a la atmósfera).<sup>23</sup> Otra propuesta consiste en provocar que el gas capturado reaccione con minerales que calcifican para producir concreto y emplearlo en la industria de la construcción. El balance energético neto de estas ideas es cuestionable si se consideran a plenitud los costos de produc-

---

20. Peter Folger, *Carbon Capture and Sequestration (CCS) in the United States*. Congressional Research Service, 24 de julio de 2017, p. 12: <https://fas.org/sgp/crs/misc/R44902.pdf>.

21. *Ibid.*, p. 2.

22. Los riesgos son planteados en Michael G. Faure y Roy A. Partain, *Carbon Capture and Storage: Efficient Legal Policies for Risk Governance and Compensation*. Cambridge y Londres: MIT Press, 2017, pp. 24-25.

23. Biofuelwatch, “Microalgae Biofuels Myths and Risks”. 2017: <http://www.biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/Microalgae-Biofuels-Myths-and-Risks-FINAL.pdf>.

ción y el ciclo de vida de los bienes manufacturados o biocombustibles. A fin de cuentas, la ecuación podría resultar en un aumento en las emisiones de GEI.

### **Bioenergía con Captura y Almacenamiento de Carbono (BECAC O BECCS)**

BECCS (más conocida como BECCS por sus siglas en inglés) se refiere a la captura y almacenamiento del carbono emitido por el uso de la bioenergía. A menudo se hace referencia a BECCS como una tecnología “negativa en carbono”, porque se basa en combustibles de origen vegetal considerados “neutrales en carbono” (las plantas “capturan” y “almacenan” carbono mientras crecen y son después utilizadas para producir combustible cuyas emisiones son, a su vez, capturadas y almacenadas). Científicos del clima enfatizan las expectativas irreales de BECCS, propuesta que se ha vuelto el sueño de emisiones negativas de todo político. Por ejemplo, “casi todos los escenarios con posibilidades de no rebasar el aumento de temperatura más allá de 2°C considerados por el IPCC presuponen un despliegue a gran escala de tecnologías de emisiones negativas que sean técnicamente posibles y económicamente redituables”.<sup>24</sup> Otros científicos apuntan que los cultivos bio-energéticos implican cambios de uso de suelo que desplazarán cultivos alimentarios, pasturas, bosques y/o pueblos,<sup>25</sup> y la BECCS sólo podría mantener su promesa de limitar el incremento de la temperatura por debajo de los 2°C si se usaran para ello de 500 millones hasta 6 mil millones de hectáreas de tierra (véase Estudio de caso 1 en el capítulo 3).<sup>26</sup>

### **Forestación / Plantaciones**

---

24. Kevin Anderson y Glen Peters, “The trouble with negative emissions”. *Science*, v. 354, n. 630, 14 de octubre de 2016, pp. 182-183. Disponible en: <http://smartstones.nl/wp-content/uploads/2016/12/Kevin-Anderson-2016.10.13-the-Trouble-with-Negative-Emissions-Science-2016.pdf>.

25. Ver Biofuelwatch y Fundación Heinrich Böll, “Last-ditch climate option or wishful thinking? Bioenergy with Carbon Capture and Storage”. Abril de 2015: <http://www.biofuelwatch.org.uk/2016/beccs-report-hbf/>.

26. ActionAid, “Caught in the net: How ‘net-zero emissions’ will delay real climate action and drive land grabs”. Junio de 2015: <http://www.actionaid.org/publications/caught-net-how-net-zero-emissions-will-delay-real-climate-action-and-drive-land-grabs>.

Los bosques proporcionan una variedad de beneficios (por ejemplo, alimentos, refugio y en general medios de subsistencia), pero también pueden actuar como sumideros de carbono *in situ*. Sin embargo, la llamada “afforestation” en inglés, o forestación referida a monocultivos de árboles describe el cultivo de árboles en tierras que, históricamente, no eran boscosas.<sup>27</sup> Dado su potencial para la captura de carbono, hay quienes consideran la forestación/plantaciones de árboles como una técnica de geoingeniería para la remoción de CO<sub>2</sub>.<sup>28</sup> Las plantaciones de árboles son promovidas por gobiernos y sector privado como una medida de mitigación muy segura y de bajo costo para la captura de carbono, pero los “bosques plantados”, como los ha llamado la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO),<sup>29</sup> no proporcionan los mismos beneficios que los bosques naturales. Los grandes monocultivos de especies de crecimiento rápido de hojas siempre verdes y, a menudo, no nativas, de árboles como la palma, el pino o el eucalipto implican un consumo intensivo de agua y generalmente resultan en “desiertos verdes” y suelos degradados. Las especies invasoras de árboles pueden propagarse hacia áreas circundantes, en las que tal vez las especies nativas no podrían competir con ellas. Los efectos del cambio climático como las infestaciones de plagas, las sequías y tormentas pueden afectar la capacidad de captura de carbono tanto de los bosques naturales como de las plantaciones. En años recientes, países con extensas plantaciones de monocultivos de árboles como Chile, Portugal<sup>30</sup> y Sudáfrica<sup>31</sup> han sido golpeados por incendios devastadores.

Los promotores de las plantaciones argumentan que se podría apro-

---

27. IPCC, “Land Use, Land-Use Change and Forestry”. Informe especial del IPCC, 2000, p. 48. Disponible en: [http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/land\\_use/index.php?idp=47](http://www.ipcc.ch/ipccreports/sres/land_use/index.php?idp=47).

28. Royal Society, *Geoengineering the Climate: Science, Governance and Uncertainty*, 2009. Disponible en: [https://royalsociety.org/~media/Royal\\_Society\\_Content/policy/publications/2009/8693.pdf](https://royalsociety.org/~media/Royal_Society_Content/policy/publications/2009/8693.pdf).

29. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), “Planted Forests”. Página electrónica: <http://www.fao.org/forestry/plantedforests/en/>.

30. Global Justice Ecology Project, “Listen: Raging Wildfires in Portugal, Exotic Plantations to Blame.” 27 de junio de 2017: <https://globaljusticeecology.org/listen-raging-forest-fires-in-portugal-exotic-plantations-to-blame/>.

31. Theo Stehle, “Knysna’s Great Fire of 2017”. *SA Forestry online*, 3 de julio de 2017: <http://saforestryonline.co.za/articles/knysnas-great-fire-of-2017/>.

vechas las tierras “marginales” para plantaciones,<sup>32</sup> pero no consideran que las comunidades campesinas frecuentemente aprovechan esas llamadas tierras “marginales” para producir alimentos o para pastoreo. Incluso el argumento de que podrían proveer empleo local es equivocado, ya las plantaciones han significado condiciones de trabajo muy precarias y exposición al uso intenso de plaguicidas y fertilizantes sintéticos. De hecho, la expansión de plantaciones se asocia con el incremento en la pobreza <sup>33</sup> y el desplazamiento, la restricción al acceso a la tierra y violencia contra comunidades campesinas y pueblos indígenas.

### **Captura directa de aire (DAC)**

La Captura Directa de Aire (DAC, por sus siglas en inglés) constituye, en su mayor parte, una propuesta teórica, en la cual el CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero se extraen directamente de la atmósfera. En algunas de sus versiones, grandes “ventiladores” hacen pasar el aire contaminado del ambiente a través de un filtro que emplea sustancias adsorbentes para convertir los gases en un flujo que podría almacenarse (como en la captura y almacenamiento de carbono). La industria de los combustibles tiene gran interés en la captura directa de aire porque el CO<sub>2</sub> obtenido puede usarse para la recuperación mejorada de petróleo, especialmente donde no existe suficiente CO<sub>2</sub> comercial. No obstante, ahora mismo la captura directa de aire no es comercialmente viable porque la tecnología remueve el CO<sub>2</sub> en muy bajos niveles y el proceso necesita mucha energía, aunque algunos dicen que podría realizarse con energía nuclear.<sup>34</sup> Existe una instalación demostrativa cerca de Zu-

---

32. Véase por ejemplo, Paul Voosen, “Genetically Modified Forest Planned for U.S. Southeast”. *Scientific American*, 29 de enero de 2010: <https://www.scientificamerican.com/article/eucalyptus-genetically-modified-pine-tree-southwest-forest/>.

33. K. Andersson, D. Lawrence, J. Zavaleta y M.R. Guariguata, “More Trees, More Poverty? The Socioeconomic Effects of Tree Plantations in Chile, 2001–2011”. *Environmental Management*, n. 57, 2016, pp. 123-136.

34. La propuesta es de David Sevier, de Carbon Cycle Ltd., del Reino Unido. Comunicación por correo electrónico a través de un grupo de discusión electrónica sobre Captura Directa de Aire, septiembre de 2017. <https://groups.google.com/forum/#!topic/geoengineering/B1TaL3hj6hE>.



rich, Suiza, propiedad de la empresa Climeworks,<sup>35</sup> que pretende vender el CO<sub>2</sub> capturado a clientes en los sectores de producción de alimentos, bebidas y energía.

### **Meteorización aumentada terrestre**

Esta técnica propone utilizar fino polvo mineral de rocas, como el silicato de ferromanganeso (olivino), que absorbe CO<sub>2</sub> de manera natural, para controlar los niveles del CO<sub>2</sub> atmosférico.<sup>36</sup> El olivino pulverizado se vertería en las playas, donde la acción de las olas lo dispersaría (en teoría) y ocasionaría la absorción de CO<sub>2</sub>. Aún se desconoce en qué medida los seres vivos absorberían esta sustancia, como ocurre con cualquier sustancia vertida a gran escala en ambientes marinos, terrestres y fluviales. Las operaciones mineras de gran escala para extraer el olivino exacerbarían los efectos ya desastrosos de esta actividad sobre los ecosistemas y las poblaciones locales del mundo. También se desconocen los efectos químicos de la adición de este mineral a otros ecosistemas.

### **Biochar o biocarbón**

El *biochar* describe un método para convertir biomasa en carbón para después mezclarla en los suelos y que estos almacenen el carbón quemado. Los promotores del *biochar* señalan como antecedente la larga y ambientalmente amigable historia de los suelos negros (*Terra Preta*) de la Amazonía, donde los pueblos indígenas entierran carbón y otra materia orgánica para elevar la fertilidad de los suelos. Sin embargo, la afirmación de que el *biochar* eleva la productividad agrícola al usarse en los cultivos actuales no se ha demostrado de manera consistente.

Algunas de las propuestas para la implementación de *biochar* buscan usar como fuente de biomasa los residuos municipales. Para poder

---

35. Christa Marshall, "In Switzerland, a giant new machine is sucking carbon directly from the air". *Science* (edición electrónica), 1 de junio de 2017: <http://www.sciencemag.org/news/2017/06/switzerland-giant-new-machine-sucking-carbon-directly-air>.

36. Rolf Dirk Schulling, un geólogo de Utrecht y Oliver Tickell, un periodista británico y activista en temas ambientales, son los principales promotores de esta estrategia. Ver R.D. Schulling y O. Tickell, "Olivine against climate change and ocean acidification". *Innovation Concepts*, 2011. Disponible en: [www.innovationconcepts.eu/res/literatuurSchulling/olivineagainstclimatechange23.pdf](http://www.innovationconcepts.eu/res/literatuurSchulling/olivineagainstclimatechange23.pdf).

tener un impacto, el *biochar* industrial requeriría de extensas plantaciones para convertir en biomasa. De hecho, durante el primer experimento de campo con *biochar* que fue sometido a revisión académica arbitrada, los investigadores se sorprendieron al descubrir que los suelos tratados con *biochar* capturaban menos carbono que otros: al añadir más carbón se estimuló a los microbios del suelo a liberar más CO<sub>2</sub>.<sup>37</sup>

### Fotosíntesis aumentada

Estos proyectos incluyen el trabajo dirigido a modificar genéticamente plantas de arroz para que desplieguen propiedades que conduzcan a una fotosíntesis “más eficiente” como la de las plantas de maíz y caña de azúcar. El arroz es categorizado como una planta “C<sub>3</sub>” a partir del modo en que convierte CO<sub>2</sub> en carbohidratos; pero si el arroz puede ser transformado en una planta “C<sub>4</sub>” se espera que pueda fijar el carbón más rápidamente, resultando en un uso más eficiente de agua y nitrógeno y en una mayor adaptación a climas más cálidos y secos. En 2008, el Proyecto Arroz C<sub>4</sub>, asociado después con el proyecto 3to4 —de socios europeos—, arrancó con un financiamiento de 11 millones de dólares provenientes de la Fundación Bill & Melinda Gates. Los críticos de este proyecto cuestionan la pertinencia de usar arroz en un tiempo de estrés hídrico y señalan que existe un alto riesgo de fracaso. No se espera que se presente un cultivo de arroz C<sub>4</sub> funcional en al menos una década.<sup>38</sup>

### Cultivos de alto albedo

Algunos investigadores proponen modificar genéticamente cultivos en extensas zonas agrícolas para que las plantas produzcan hojas que

---

37. Julie Major, Marco Rondon, Diego Molina, Susan J. Riha y Johannes Lehmann, “Maize yield and nutrition during 4 years after *biochar* application to a Colombian savannah oxisol”. *Plant Soil*, v. 333, 10 de marzo de 2010. Disponible en: <http://www.css.cornell.edu/faculty/lehmann/publ/PlantSoil%20333,%20117-128,%202010%20Major.pdf>. Véase también, Biofuelwatch, “Biochar: Unproven claims”. Hoja informativa, 2013: <http://www.biofuelwatch.org.uk/2014/biochar-3pager/>.

38. Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll, “Pasándose de listos con la naturaleza. Biología sintética y agricultura climáticamente inteligente.”. *Comuniqué* 114, 26 de noviembre de 2015, pp. 6-8. Disponible en: [http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/csa\\_us\\_esp\\_v6\\_4web.pdf](http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/csa_us_esp_v6_4web.pdf).

reflejen más luz solar.<sup>39</sup> La capacidad de una superficie para reflejar la luz se conoce como albedo. Se sabe muy poco sobre cómo afectará un mayor albedo el contenido nutricional de las plantas, su capacidad fotosintética o el suelo en el que crecen. Las plantas genéticamente modificadas podrían transmitir su característica “reflejante” a otros cultivos, con consecuencias desconocidas.<sup>40</sup>

### **Blanqueamiento: Modificación del albedo superficial**

**Cobertura de desiertos:** Hace más de una década, el empresario Alvia Gaskill diseñó una estrategia para cubrir una porción significativa de los desiertos del mundo con una película de polietileno blanco para reflejar la luz solar y disminuir las temperaturas superficiales.<sup>41</sup> Los desiertos contienen plantas, animales y pueblos que viven en ellos y resulta difícil imaginar cómo podría continuar la vida en un ecosistema cubierto de plástico. Temperaturas más bajas en el desierto podrían ocasionar también cambios inesperados. Como muchos geoingenieros, Gaskill sugiere que si hay demasiados retos políticos, ecológicos o climáticos (el plástico tendría que mantenerse en su lugar por varios cientos de años, por ejemplo), los proyectos podrían ser locales. Sin embargo, la aplicación local de estas técnicas tendría un efecto climático mínimo, que no justifica ni su costo ni la alteración de los ecosistemas locales.

---

39. Tom Marshall, “Reflective Crops could soften climate change blow”. *NERC Planet Earth Stories*, 20 de enero de 2009. Disponible en: <http://www.nerc.ac.uk/planetearth/stories/298/>.

40. Biofuelwatch, “Biochar: Unproven claims”. Hoja informativa, 2013. Disponible en: <http://www.biofuelwatch.org.uk/2014/-3pager/>.

41. Alvia Gaskill, “Summary of Meeting with U.S. DOE to Discuss Geoengineering Options to Prevent Abrupt and Long-Term Climate Change”. 29 de junio de 2004. Disponible en: <http://www.homepages.ed.ac.uk/shs/Climatechange/Geo-politics/Gaskill%20DOE.pdf>. Ver también Alvia Gaskill y Charles E. Reese, “Global Warming Mitigation by Reduction of Outgoing Long-wave Radiation through Large-Scale Surface Albedo Enhancement of Deserts Using White Plastic Polyethylene Film - The Global Albedo Enhancement Project (GAEP) Research Plan”. 20 de agosto de 2003: <https://www.slideshare.net/AlviaGaskillJr/theglobalalbedoenhancementproject-53664037>.

**Cobertura del hielo:** De forma similar a la cobertura de desiertos, en este caso se propone aplicar un recubrimiento —posiblemente una película hecha con material nanotecnológico o muy pequeñas cuentas de vidrio— sobre el hielo ártico como un “parche reflejante” que aislaría a los glaciares y las superficies nevadas que ahora se derriten rápidamente.<sup>42</sup> Leslie Field, una ingeniera de la Universidad de California en Berkeley, con un currículum que incluye trabajo para Chevron y Hewlett Packard, está desarrollando un proyecto experimental de cobertura en Canadá y California, con bolsas plásticas de basura y otros materiales, y estableció un sitio de financiamiento colectivo para expandir su proyecto.<sup>43</sup> Los posibles efectos negativos, entre los que se incluyen impactos en el clima local, la temperatura del agua y la biodiversidad así como los impactos ambientales ocasionados por los materiales de cobertura mismos, al parecer no se están considerando.

**Cubiertas blancas:** Estas propuestas incluyen el pintado de techos, pavimentos y las cimas de montañas. En 2010, el Banco Mundial otorgó un pequeño financiamiento, que en su momento se volvió muy famoso, al ganador del certamen “100 ideas para salvar al planeta” para que éste pudiera pintar de blanco la cima de una montaña peruana.<sup>44</sup> En círculos académicos, Hashem Akbari, un ingeniero civil de la Universidad de Concordia en Montreal, Canadá, promovió en 2014 la idea de que el gobierno otorgue financiamiento para cubrir los techos y el asfalto con pintura blanca.<sup>45</sup> Si bien pintar los techos de blanco podría generar

---

42. Daniel McGlynn, “One Big Reflective Band-Aid”. *Berkeley Engineering*, blog, 17 de enero de 2017. Disponible en: <http://engineering.berkeley.edu/2017/01/one-big-reflective-band-aid>.

43. Campaña IndieGoGo, “Ice 911: Preserve Arctic Ice to Slow Climate Change”. Disponible en: <https://www.indiegogo.com/projects/ice911-preserve-arctic-ice-to-slow-climate-change#/>.

44. Dan Collins, “Can painting a mountain restore a glacier?” *BBC News*, 17 de junio de 2010. Disponible en: <http://www.bbc.com/news/10333304>.

45. Para una lista de publicaciones de Hashem Akbari, véase: <http://concordia.academia.edu/HashemAkbari>. Véase también David Biello, “Cool Roofs Might Be Enough to Save Cities from Climate-Overheating”. *Scientific American*, 14 de febrero de 2014: <https://www.scientificamerican.com/.../cool-roofs-might-be-enough-to-save-cities-from-climate-overheating>.

algún efecto refrescante a escala local, pintar las cumbres montañosas dañaría sus frágiles ecosistemas, su flora y fauna y es poco probable que se le dé luz verde.

*Desmante de bosques boreales:* Es otra idea adaptada también de modelos de ingeniería que consiste en talar los árboles de los bosques boreales que aún existen, (sobre todo en Rusia y Canadá) para aumentar súbitamente su capacidad de rebotar la luz. Estudios realizados por la Escuela de Silvicultura de Yale, con financiamiento parcial del Departamento de Energía de Estados Unidos, indican que habría efectos locales de enfriamiento pero que éstos “desiertos blancos” podrían destruir la productividad de los ecosistemas sub-árticos y afectarían al caribú, las aves migratorias y otra fauna así como a las plantas y pueblos que dependen de ellos.<sup>46</sup> Los promotores de esta propuesta admiten que tiene muchas complejidades, pero que habría una bonanza única (aunque final) para las empresas madereras.<sup>47</sup>

## OCEANOS: TÉCNICAS DE GEOINGENIERÍA PARA INTERVENIR ECOSISTEMAS MARINOS

### Fertilización oceánica

En teoría, el dióxido de carbono puede capturarse en el océano, que ya es el mayor sumidero de carbono del planeta. La fertilización oceánica es el vertimiento en el mar de limadura de hierro u otros “nutrientes” (como urea) para estimular el crecimiento de fitoplancton en áreas de baja producción fotosintética. Se supone que el nuevo fitoplancton

---

46. Xuhui Lee et al., “Observed increase in local cooling effect of deforestation at higher latitudes”. *Nature*, v. 479, 17 de noviembre de 2011. Disponible en: <https://www.nature.com/nature/journal/v479/n7373/full/nature10588.html>. Phys.org, “Deforestation causes cooling, study shows”. Phys.org, 16 de noviembre de 2011. Disponible en: <https://phys.org/news/2011-11-deforestation-cooling.html>.

47. Nikhil Swaminathan, “More Trees, Less Global Warming, Right? Not Exactly”. *Scientific American*, 10 de abril de 2007. Disponible en: <https://www.scientificamerican.com/article/tropical-forests-cool-earth/>. Ver también Bryan Walsh, “How (Some) Deforestation Might Slow Warming”. *TIME: Science*, 16 de noviembre de 2011. Disponible en: <http://science.time.com/2011/11/16/how-some-deforestation-might-slow-warming/>.

absorberá y atraerá hacia el fondo del mar el CO<sub>2</sub> atmosférico y lo almacenará y sumirá al lecho marino al morir. Sin embargo, diversos estudios científicos han mostrado que mucho de ese carbono capturado será liberado nuevamente a través de la cadena alimentaria. Adicionalmente, demasiado fitoplancton puede alterar la red alimentaria marina y crear brotes de algas tóxicas,<sup>48</sup> además producir anoxia en capas intermedias del mar y que la presencia de hierro o urea puede causar desequilibrios minerales y de nutrientes en un ambiente marino ya estresado y acidificado (véanse Estudios de caso III y IV en el capítulo 3).

### **Meteorización aumentada (marina)**

Esta técnica, similar al tratamiento de tierras agrícolas ácidas con cal, propone la adición de carbonatos químicos al océano para, en teoría, incrementar su alcalinidad y así, elevar la absorción de carbono. La tasa a la que estos minerales se disolverían, así como el costo involucrado en la acumulación y la dispersión de un volumen suficiente de dichas sustancias para tener un impacto real, es una de las principales preocupaciones prácticas sobre su viabilidad, pero también lo son sus posibles efectos en los complejos ecosistemas oceánicos.<sup>49</sup> El aumento de la demanda de minerales (que implicará más minería),<sup>50</sup> tendría impactos devastadores en la tierra y la biodiversidad que, a su vez, repercutirían en el clima.

---

48. Aaron Strong et al., "Ocean fertilization: time to move on". *Nature*, v. 461, n. 17, septiembre de 2009. Véase también, Secretariado del Convenio sobre Diversidad Biológica, "Scientific Synthesis of the Impacts of Ocean Fertilization on Marine Biodiversity". Montreal, Technical Series n. 45. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-45-en.pdf>.

49. Miriam Ferrer González y Tatiana Ilyina, "Impacts of artificial ocean alkalization on the carbon cycle and climate in Earth system simulations". *Geophysical Research Letters*, v. 43, n. 12, 21 de junio de 2016. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2016GL068576/full>.

50. David P. Keller, Ellias Y. Feng y Andreas Oschlies, "Potential climate engineering effectiveness and side effects during a high carbon dioxide-emission scenario". *Nature Communications*, v. 5, 25 de febrero de 2014. Available online at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3948393/>.

## **Surgencia oceánica artificial**

Esta propuesta busca desarrollar una técnica para bombear artificialmente las aguas más frías y ricas en nutrientes desde las profundidades de los océanos hacia la superficie, con el fin de —en teoría— estimular la actividad del fitoplancton y después precipitar el CO<sub>2</sub> hacia el fondo del mar, de manera similar a las propuestas de fertilización oceánica ya mencionadas. Este planteamiento tiene los mismos problemas, entre los que se incluyen la alteración de la cadena alimenticia y una dudosa eficacia de largo plazo. Como ocurre con la fertilización oceánica, la surgencia artificial se basa en una falsa equivalencia entre el movimiento natural de las corrientes marinas y los bombeos artificiales de agua desde el fondo, e irónicamente, este método podría provocar que el CO<sub>2</sub> ya secuestrado, en la forma de criaturas marinas vivas o muertas, llegue nuevamente a la superficie y se libere a la atmósfera. Asimismo, los cambios en la temperatura del agua también pueden afectar el clima negativamente.<sup>51</sup>

## **Secuestro oceánico permanente de los residuos de los cultivos**

Esta técnica está basada en una idea muy simple que consiste en verter troncos de árboles o cualquier otra biomasa (por ejemplo, los residuos de las cosechas) al mar, con la esperanza de que se hundirán y permanecerán en el fondo, secuestrando así su contenido de carbono en la profundidad del océano.<sup>52</sup> Sin embargo, es probable que la biomasa sea descompuesta por la red alimentaria marina y el carbono se libere de nuevo; también preocupan los efectos desconocidos que estos vertimientos provocarían en los ecosistemas marinos y los impactos que tendrían la obtención y el transporte de grandes cantidades de biomasa.

---

51. A. Oschlies, M. Pahlow, A. Yool, y R. J. Matear, "Climate engineering by artificial ocean upwelling: Channelling the sorcerer's apprentice". *Geophysical Research Letters*, v. 37, n. 4, 16 de febrero de 2010. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2009GL041961/full/>.

52. Stuart E. Strand y Gregory Benford, "Ocean Sequestration of Crop Residue Carbon: Recycling Fossil Fuel Carbon Back to Deep Sediments". *Environmental Science & Technology*, v. 43, n. 4, 2009. Disponible en: <http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/es8015556>. Véase también, Henry Fountain, "A Carbon Keeper: Crop Waste Sunk to the Ocean Deep". *New York Times*, 2 de febrero de 2009. Disponible en: <http://www.nytimes.com/2009/02/03/science/earth/03obccrops.html>.

## Micro-burbujas y espumas marinas

Otro físico dedicado a la geingeniería, Russell Seitz, de la Universidad de Harvard, ha llamado la atención<sup>53</sup> por sus propuestas de albedo de “aguas brillantes”. Seitz cree que se puede enfriar el planeta con burbujas: el bombeo de micro-burbujas en los océanos incrementaría, en teoría, el albedo de la superficie del océano engrosando las espumas naturales del mar.<sup>54</sup> Otras sugerencias incluyen el uso de agentes químicos espumantes que se mantendrían a flote por medio de látex u otro material y que serían esparcidas a lo largo de la superficie de los océanos y otros grandes cuerpos de agua. Los críticos señalan que el despliegue de esta propuesta en la escala requerida para tener un impacto climático podría incrementar la acidificación del océano y alterar las condiciones básicas para la vida en los mares y en los cuerpos de agua dulce, que son dependientes del acceso a la luz y que van desde el fitoplancton hasta los delfines.<sup>55</sup> Con esta propuesta también se reduciría el oxígeno en las capas superiores del océano, donde viven la mayoría de los peces y otras especies. De cualquier modo, Seitz está avanzando en la formación de su empresa de micro-burbujas y la discusión alrededor de esta propuesta técnica se ha centrado más en sus aspectos mecánicos (por ejemplo, en cómo lograr la mayor durabilidad de las burbujas, o bien si es pertinente o no añadir látex o poliestireno, e incluso cómo se generarían las micro-burbujas), sin analizar sus implicaciones biológicas o ecosistémicas.

---

53. Julia Calderone, “Bill Nye says bubbling air into Earth’s oceans might save the planet from ourselves”. *Business Insider*, 17 de noviembre de 2015. Disponible en: [www.businessinsider.com/bill-nye-climate-change-geoengineering-2015-11](http://www.businessinsider.com/bill-nye-climate-change-geoengineering-2015-11).

54. Russell Seitz, “Bright Water: Hydrosols, Water Conservation and Climate Change”, Presentación en la Conferencia de Asilomar sobre Tecnologías para la Intervención del Clima, 2010. Disponible en: <https://arxiv.org/pdf/1010.5823.pdf>.

55. Anónimo, “Brighten the Water: Proceed with Caution”. *Climate Central Blog: Extreme Planet*, 15 de febrero de 2011: <http://www.climatecentral.org/blogs/brighten-the-water-proceed-with-caution>. Ver también John Morgan, “Low-Intensity Geoengineering: Microbubbles and Microspheres”. Página electrónica de *Brave New Climate*, 8 de octubre de 2011. Disponible en: <https://bravenewclimate.com/2011/10/08/low-intensity-geoengineering-microbubbles-and-microspheres/>.



## Diseño de los flujos globales de calor a escala de geoingeniería

A medida que cambian las corrientes oceánicas como la de Humboldt y la del Golfo —se vuelven más frías debido al derretimiento de los glaciares o más cálidas con el calentamiento global—, los ingenieros en particular han mostrado un mayor interés en la alteración intencional de las corrientes oceánicas, el cambio en el curso de los ríos o el re-direccionamiento de los glaciares para disminuir la temperatura de la Tierra por medios mecánicos. Con métodos de transferencia de calor, el bombeo de grandes volúmenes de agua del mar o la reversión de las corrientes de los ríos por medio de presas, estos proyectos constituyen una verdadera “re-creación de la Tierra”, de una manera mucho más radical e irrevocable de lo que los seres humanos habían intentado antes. Se han presentado ya numerosas estrategias.

Dos ingenieros mecánicos de la Universidad de Alberta, en Canadá, después de revisar varias propuestas para el hundimiento de aguas superficiales, proponen la “formación de una capa de hielo más espesa mediante el bombeo de agua de mar sobre la superficie de la capa de hielo, la cual sería la menos costosa de las técnicas identificadas para intensificar las corrientes oceánicas descendentes”.<sup>56</sup>

Los ingenieros, se interesaron por los motores requeridos, el combustible para esos motores, el contenido de carbono y de hielo, así como en diferentes métodos mecánicos, mientras que los efectos sobre el clima, los ecosistemas, la supervivencia de especies, pesquerías e impactos en las masas terrestres no se exploraron de manera significativa. Incluso los investigadores admiten que “es altamente improbable que la modificación de las corrientes oceánicas descendentes se convierta en un método eficiente para secuestrar carbono en el océano profundo, pero podría tener una aplicación futura en la modificación climática”.<sup>57</sup>

---

56. S. Zhou y P.G. Flynn, “Geoengineering Downwelling Ocean Currents: A Cost Assessment”. *Climatic Change*, v. 71, 2005, pp. 203-220. Disponible en: <http://www.homepages.ed.ac.uk/shs/Hurricanes/Flynn%20downwelling.pdf>.

57. *Ibid.*, p. 203.

## AIRE: TÉCNICAS DE GEOINGENIERÍA PARA INTERVENIR LA ATMÓSFERA

### Inyección estratosférica de aerosoles

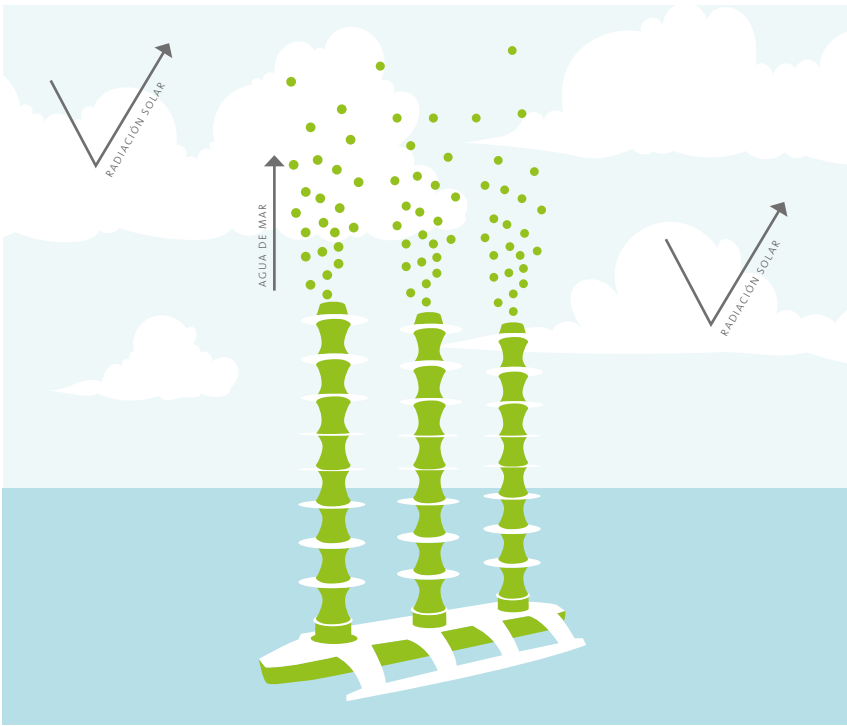
La principal tecnología de gestión de radiación solar (GRS) es la inyección estratosférica de aerosoles y se refiere a la liberación de partículas inorgánicas como el dióxido de azufre en la capa superior de la atmósfera (por medio de cañones, mangueras o aeronaves) para que actúen como una barrera que refleje una parte de la luz solar que llega a la Tierra. La inyección de sulfatos es la técnica que concentra la mayor atención, pero sus incertidumbres son muchas, entre ellas la destrucción de la capa de ozono y cambios significativos en los patrones de lluvia y viento en algunas regiones (véanse los Estudios de caso VI y VII, en el capítulo 3).

### Blanqueamiento de las nubes marinas o incremento de la cobertura nubosa

A pesar de las incertidumbres acerca de su eficacia para cambiar el clima, las tecnologías para la siembra de nubes existen desde hace décadas en Estados Unidos y China, entre otros países, con el fin de aumentar la precipitación pluvial rociando químicos como yoduro de plata en las nubes. La manipulación de la cobertura nubosa y la precipitación pluvial para incrementar el reflejo de la luz solar de vuelta al espacio es una nueva técnica de gestión de la radiación solar. Quienes la proponen, buscan incrementar los núcleos de condensación de las nubes (las minúsculas partículas alrededor de las cuales se forman las nubes) con el fin de crear nubes más blancas, disparándoles partículas de sal de agua marina o bacterias. Una propuesta de ingeniería de alto vuelo para incrementar la cobertura nubosa implica rociar agua salada marina desde tierra o mediante miles de barcos robóticos hacia las nubes marinas.<sup>58</sup> Sin embargo, el blanqueamiento de las nubes, como todas las técnicas de gestión de la radiación solar, tendrá impactos sobre los

---

58. ScienceDaily, "Could spraying particles into marine clouds help cool the planet?" *ScienceDaily*, 25 de julio de 2017. Disponible en: <https://www.sciencedaily.com/releases/2017/07/170725154206.htm>.



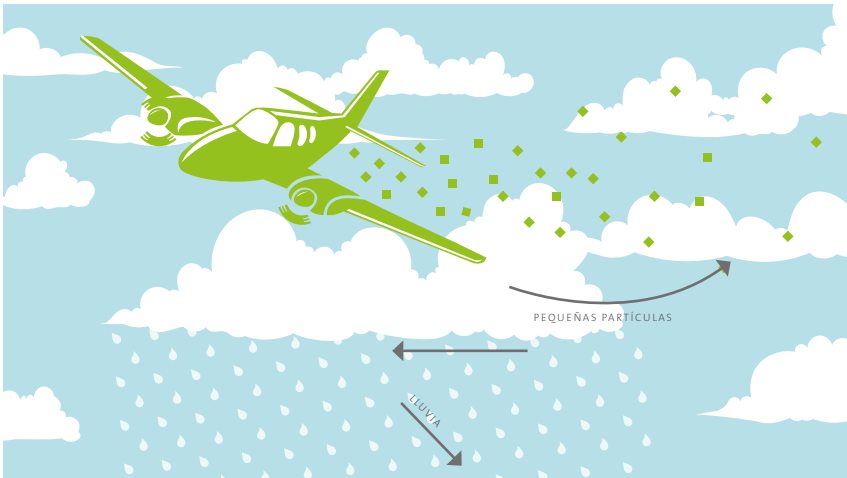
El blanqueamiento de nubes se refiere a rociar hacia el cielo agua de mar para crear “nubes más blancas” que reflejen la luz del sol de vuelta al espacio.

patrones climáticos (por ejemplo, nubes más espesas pueden no liberar la lluvia de manera predecible), así como sobre la vida y los ecosistemas marinos y costeros. ¿A quién correspondería la decisión sobre dónde poner estas nubes posiblemente causantes de sequías o inundaciones? (véase el Estudio de caso VIII, en el capítulo 3).

### **Adelgazamiento de nubes cirrus**

Esta tecnología no está dirigida al ensanchamiento o adición de cobertura nubosa para incrementar el reflejo de la luz solar como con el blanqueamiento de nubes, sino al adelgazamiento de las etéreas y alargadas nubes cirrus que se encuentran en las mayores altitudes de la atmósfera. El dispersarlas –según investigadores como Ulrike Lohmann y Blaž Gasparini de la Escuela Politécnica Federal de Zúrich (ETH Zúrich)– permitiría que más calor escapara al espacio y, por tanto, enfriaría el

planeta.<sup>59</sup> Los investigadores admiten que las partículas de hielo que forman las nubes y que serían sembradas en las nubes altas podría producir el efecto contrario (es decir, podría engrosarlas, de modo que se atraparía más calor en la atmósfera). Otra investigación publicada en el *Journal of Geophysical Research*, enfatiza los riesgos de efectos secundarios impredecibles derivados del adelgazamiento de nubes cirrus.<sup>60</sup>



La siembra de nubes es una forma de la modificación climática mediante la inyección de pequeñas partículas en el cielo para aumentar la precipitación pluvial.

### **Modificación y supresión de tormentas**

Los esfuerzos por modificar los eventos climáticos extremos incluyen intentos para redirigir o suprimir tormentas como huracanes y tifones. Las técnicas incluyen la alteración de la superficie y temperatura del océano con películas hechas a base de nanomateriales, que retardarían la convección (una de las formas de transferencia del calor) o tratarían

59. Hannah Osborne, "Climate Change and Geoengineering: Artificially cooling Planet Earth by thinning Cirrus clouds". *Newsweek*, 21 de julio de 2017. Disponible en: <http://www.newsweek.com/climate-change-geoengineering-artificially-cool-planet-640124>.

60. H. Muri, J.E. Kistjansson, T. Storelvmo y M.A. Pfeffer, "The climatic effect of modifying cirrus clouds in a climate engineering framework". *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, v. 119, marzo de 2014. Disponible en: [http://people.earth.yale.edu/sites/default/files/files/Storelvmo/Murietal\\_2014\\_JGRA\\_jgrd51304.pdf](http://people.earth.yale.edu/sites/default/files/files/Storelvmo/Murietal_2014_JGRA_jgrd51304.pdf).

de cambiar la composición de las nubes. La modificación de las tormentas busca redirigir o disminuir la intensidad de éstas. Esto desperta preocupaciones de carácter geopolítico, entre las que se incluyen la potencial violación del Tratado ENMOD (*Convención sobre la prohibición de utilizar técnicas de modificación ambiental con fines militares u otros fines hostiles*), así como la dificultad para medir con precisión los resultados de la intervención en las tormentas, por lo que la investigación en este campo se ha mantenido bajo sigilo. Se trata de un área controvertida de investigación pero con enorme potencial para generar ganancias.<sup>61</sup> La empresa Intelectual Ventures que menciona a Bill Gates como uno de sus inversionistas ya solicitó patentes sobre técnicas de modificación de tormentas.<sup>62</sup>

### Sombrillas espaciales

Esta propuesta, en proceso de investigación en la NASA y el Instituto Tecnológico de Massachusetts, se refiere a la dispersión de “billones” de pequeñas naves espaciales de navegación libre, lanzadas a millones de kilómetros sobre el planeta para crear una nube cilíndrica. Una nube de 96 mil kilómetros de longitud de pequeños objetos podría, en teoría, desviar 10% de la dosis actual de luz solar que recibe nuestro planeta. El diseño, la fabricación, el lanzamiento, la operación y la supervisión de tales vehículos espaciales es una tarea intimidante, por decir lo menos. Las sombrillas solares podrían, literalmente, atenuar la luz solar. Aunque es difícil tomar la propuesta con seriedad, el astrónomo, inventor y ganador del premio Nobel de física, Roger Angel, sugiere una propuesta similar empleando espejos espaciales también (ver más adelante). An-

---

61. William R. Travis, “Geoengineering the Climate: Lessons from Purposeful Weather and Climate Modification”. Documento de Trabajo del Departamento de Geografía de la Universidad de Colorado, 2010. Disponible en: [http://www.colorado.edu/geography/class\\_homepages/geog\\_3402\\_507/Travis\\_geoengineering.pdf](http://www.colorado.edu/geography/class_homepages/geog_3402_507/Travis_geoengineering.pdf). Véase también Tony Tighe y Tamara Elliott, “Hail Suppression Team Protects Alberta Communities from Major Damage”. *Global News*, 1 de agosto de 2014. Disponible en: <http://globalnews.ca/news/1487932/hail-suppression-team-protects-alberta-communities-from-major-damage/>.

62. Eli Kintisch, “Bill Gates Funding Geoengineering Research”. *Science* (edición en línea), 26 de enero de 2010. Disponible en: <http://www.sciencemag.org/news/2010/01/bill-gates-funding-geoengineering-research>.

gel es mejor conocido por haber revolucionado los espejos telescópicos y también trabaja en el mejoramiento de los métodos para la recolección de energía solar por medio de telescopios espaciales.<sup>63</sup>

### Espejos espaciales

Si se lograran colocar en el lugar adecuado entre la Tierra y el sol, espejos espaciales podrían bloquear entre 1 y 2% de la luz solar del planeta, enfriándolo significativamente. La idea fue primero propuesta por Lowell Wood, del Laboratorio Nacional Lawrence Livermore, a inicios del presente siglo y ha sido la inspiración de numerosos diseñadores gráficos desde entonces. Sin embargo, incluso los modelos computacionales simplificados de un mundo cubierto con espejos espaciales, sugieren resultados mixtos.<sup>64</sup> Un planeta más frío de por esta vía, de todos modos padecería el derretimiento de los polos y por tanto el aumento de nivel del mar, y podría haber un incremento de las sequías en alrededor de la mitad del planeta. No existen cálculos ni estimaciones acerca de los efectos que tendría un planeta con menos radiación solar sobre la biodiversidad y la salud humana y animal. Estas estrategias son extremadamente costosas y hasta ahora tecnológicamente imposibles; sin embargo, atraen el entusiasta interés de los medios.<sup>65</sup>

---

63. Alaina G. Levine, "An astronomer's solution to global warming". Smithsonian.com, 3 de febrero de 2012. Disponible en: <http://www.smithsonianmag.com/science-nature/an-astronomers-solution-to-global-warming-87428487/>. Véase también Joe Palca, "Telescope Innovator Shines His Genius on New Fields". NPR: *Morning Edition*, 23 de Agosto de 2012: <http://www.npr.org/2012/08/23/.../telescope-innovator-shines-his-genius-on-new-fields>. Véase también Roger Angel, "Feasibility of cooling the Earth with a cloud of small spacecraft near the inner Lagrange point (L<sub>1</sub>)". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 18 de septiembre de 2006. Disponible en: <http://www.pnas.org/content/103/46/17184.full>.

64. Rachel Kaufman, "Could Space Mirrors Stop Global Warming?" *InnovationNewsDaily y LiveScience*, 8 de agosto de 2012. Disponible en: <https://www.livescience.com/22202-space-mirrors-global-warming.html>.

65. Roger Angel, "Feasibility of cooling the Earth...", *op. cit.*



# CAPÍTULO III

*Estudios de caso*



## ESTUDIO DE CASO I: BIOENERGÍA CON CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO

De entre la oferta actual de las opciones para la remoción de CO<sub>2</sub>, la Bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECAC o BECCS en inglés) ha ocupado el lugar central como respuesta de supuesta “mitigación climática” y como tecnología “de emisiones negativas”.<sup>1</sup>

BECAC es el sueño de los elaboradores de políticas sobre clima. Prácticamente todos los escenarios que muestran alguna probabilidad de no exceder los 2°C de elevación de la temperatura considerados por el IPCC en su más reciente Informe Global de Evaluación (AR5), asumen que a mediados del siglo una tecnología de emisiones negativas como BECAC será viable técnica y económicamente y podrá ser escalada con éxito (véase abajo).<sup>2</sup>

1. The Royal Society, *Geoengineering the climate: science, governance and uncertainty*. Londres: The Royal Society, 2009. También, Agencia Internacional de Energía, *Combining bioenergy with CCS: reporting and accounting for negative emissions under UNFCCC and the Kyoto Protocol*, 2011. Disponible en: [https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/bioenergy\\_ccs.pdf](https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/bioenergy_ccs.pdf).
2. Kevin Anderson y Glen Peters, “The trouble with negative emissions”. *Science*, v. 354, n. 630, 14 de octubre de 2016, pp. 182-183. Disponible en: <http://smartstones.nl/wp-content/uploads/2016/12/Kevin-Anderson-2016.10.13-the-Trouble-with-Negative-Emissions-Science-2016.pdf>. En relación con la técnica BECAC y las emisiones negativas, véase Agencia Internacional de Energía, *Combining bioenergy with CCS...*, op. cit.

Desafortunadamente BECAC es actualmente sólo una aspiración. Es poco probable que llegue a ser técnica o económicamente factible y, debido a supuestos deficientes sobre los impactos de los procesos bioenergéticos en los niveles de carbono, podría ocurrir que BECAC nunca redujera de manera efectiva los gases de efecto invernadero de la atmósfera. De hecho, el escalamiento masivo de esta tecnología empeoraría en vez de mitigar el caos climático.<sup>3</sup>

BECAC requiere, en primer lugar, la producción de bioenergía —ya sea de una refinería de etanol de maíz o de la quema de madera (o una mezcla de carbón y madera)— para generar electricidad y calor. Las emisiones de la producción de esta energía se capturan y comprimen hasta formar un líquido que se inyecta en trampas geológicas bajo la tierra, o bien, en pozos de petróleo ya agotados. Inyectar fondos geológicos o pozos de petróleo con CO<sub>2</sub> presurizado es una actividad que se realiza desde la década de 1970 para incrementar la extracción de petróleo. Un informe reciente de la Agencia Internacional de Energía describe la “Recuperación Mejorada de Petróleo Avanzada” como un medio para *co-explotar* dos actividades de negocio”: la recuperación de petróleo y el almacenamiento lucrativo de CO<sub>2</sub>.<sup>4</sup>

---

Es poco probable que BECAC llegue a ser técnica o económicamente factible y podría ocurrir que nunca redujera de manera efectiva los gases de efecto invernadero de la atmósfera. De hecho, el escalamiento masivo de esta tecnología empeoraría, en vez de mitigar, el caos climático.

El lugar de privilegio que goza la tecnología BECAC en el IPCC se basa en dos creencias erróneas: 1) que la bioenergía es, en sí misma, “neutral en carbono” porque el CO<sub>2</sub> liberado de la bioenergía será equivalente a el

- 
3. Almuth Ernsting y Oliver Munnion, *Last ditch option or wishful thinking? Bioenergy with carbon capture and storage*, Biofuelwatch, 2015.
  4. Agencia Internacional de Energía, *Storing CO<sub>2</sub> through Enhanced Oil Recovery: Combining EOR with CO<sub>2</sub> storage (EOR+) for profit*, París: OECD/IEA, 2015, p. 6. Disponible en: [https://www.iea.org/publications/insights/insightpublications/CO2EOR\\_3Nov2015.pdf](https://www.iea.org/publications/insights/insightpublications/CO2EOR_3Nov2015.pdf).

CO<sub>2</sub> absorbido por el crecimiento de nueva biomasa vegetal y que por lo tanto se compensa. 2) que si las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del uso de la bioenergía se capturan y almacenan bajo tierra, el CO<sub>2</sub> absorbido por el crecimiento de la nueva biomasa vegetal no solamente compensará las emisiones provenientes de la bioenergía sino que representará una captura adicional de carbono. De este modo la bioenergía (ya considerada “neutral en carbono”) más el almacenamiento de carbono resultará en una tecnología negativa en carbono.

La afirmación de que la bioenergía es neutral en carbono se ha debatido por más de una década. Gran parte de la literatura académica arbitrada indica que tal vez la mayoría de los procesos bioenergéticos resultan en emisiones aún mayores de CO<sub>2</sub> que las que generaría la quema de combustibles fósiles que se supone reemplazará.<sup>5</sup> Esto se debe a que las emisiones derivadas del cambio en el uso del suelo hacia la producción de cultivos energéticos puede desplazar la producción de alimentos, afectar ecosistemas biodiversos o impedir otros usos del suelo. Producir biomasa para BECAC puede acarrear la degradación y la sobreexplotación de los bosques, el aumento de fertilizantes y agroquímicos y sus consecuentes emisiones por la alteración de los suelos, las cosechas y el transporte.

En principio, BECAC crearía un enormes sumideros de carbono que antes no existían (sumándose a los ya existentes como océanos, suelos y árboles). Promover los sumideros naturales ya existentes, de probada eficacia a lo largo de la historia de la Tierra, tendría sentido. Por el contrario, BECAC crea gigantescas nuevas demandas de biomasa que sólo intensificarán la degradación de los sumideros naturales de carbono.

Los promotores de BECAC confían en que el almacenamiento geológico del CO<sub>2</sub> en pozos agotados de petróleo y gas o en acuíferos salinos profundos será eficaz y confiable. Sin embargo, existe poca experiencia en el mundo real sobre la cual fundamentar dicha fe. La captura y el almacenamiento de carbono proveniente de la bioenergía sería técnicamente similar a las prácticas de captura y almacenamiento de carbono

---

5. Una compilación de la literatura dictaminada por pares está disponible en: <http://www.biofuelwatch.org.uk/biomass-resources/resources-on-biomass/>.

que ya realizan unas cuantas plantas de energía a base de combustibles fósiles, por ejemplo:

Cenovus Energy comenzó a inyectar CO<sub>2</sub> proveniente de una planta de conversión de carbón a gas licuado dentro del campo petrolero Weyburn en Saskatchewan, Canadá.<sup>6</sup> Los residentes de la zona comenzaron a preocuparse después de la inexplicable muerte de varios animales de granja y porque observaron un burbujeo y una película grasosa en sus estanques de agua.<sup>7</sup> Años después, varios estudios que lo mismo probaban que refutaban la fuga dejaron oculta la verdad sobre Weyburn.<sup>8</sup>

El proyecto Sleipner en el Mar del Norte, Noruega, operado por Exxon Mobil, Statoil y Total, ha inyectado, desde 1996, hasta un millón de toneladas de CO<sub>2</sub> al año proveniente de una instalación procesadora de gas natural al interior de un acuífero salino debajo del lecho marino conocido como la formación Utsira.<sup>9</sup> Algunas observaciones reportaron la presencia de agua aceitosa, un crujido inexplicable y daños a la formación en la que se han realizado las inyecciones,<sup>10</sup> una fuga de aceite y el movimiento no anticipado del CO<sub>2</sub> inyectado a lo largo de la for-

- 
6. Cenovus Energy, “Carbon dioxide enhanced oil recovery”. Página electrónica de Cenovus.com: <http://www.cenovus.com/technology/CO2-enhanced-oil-recovery.html>. Último acceso: 9 de octubre de 2017.
  7. P. LaFleur, “Geochemical soil gas survey, A Site Investigation of SW30-5-13-W2M”. Weyburn Field, Saskatchewan, Proyecto de supervisión n. 2, 16 de marzo de 2011. Disponible en: [http://www.gasoilgeochem.com/reportcameron\\_jane\\_kerrfebruary2011survey.pdf](http://www.gasoilgeochem.com/reportcameron_jane_kerrfebruary2011survey.pdf).
  8. Para más detalles, ver: Almuth Ernsting y Oliver Munnion, *Last ditch climate option of wishful thinking? Bioenergy with carbon capture and storage*, noviembre de 2015. Disponible en: <http://www.biofuelwatch.org.uk/2015/beccs-report/>. Véase también: A.D. Boyd *et al.*, “Controversy in technology innovation: contrasting media and expert risk perceptions of the alleged leakage at the Weyburn carbon dioxide storage demonstration project”. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, n. 14, 2013, pp. 259–269. Disponible en: [https://www.uvm.edu/gjee/pubpdfs/Boyd\\_2013\\_International\\_Journal\\_of\\_Greenhouse\\_Gas\\_Control.pdf](https://www.uvm.edu/gjee/pubpdfs/Boyd_2013_International_Journal_of_Greenhouse_Gas_Control.pdf).
  9. Statoil, “Sleipner area”. Statoil.com, s.f. Último acceso: 29 de octubre de 2017. Disponible en: <https://www.statoil.com/content/statoil/en/what-we-do/norwegian-continental-shelf-platforms/sleipner.html>.
  10. Greenpeace, “Leaks in the Utsira formation and their consequences for CCS policy”. Greenpeace.com. Último acceso: 29 de octubre de 2017, <http://static.greenpeace.org/int/pdf/081201BRUtsira.pdf>.

mación.<sup>11</sup> Estas observaciones van acompañadas de una discrepancia significativa entre el monto de CO<sub>2</sub> inyectado y el que ha sido detectado por estudios sísmicos.<sup>12</sup>

Una alianza estratégica entre BP, Statoil y Sonatrach en Argelia, conocida como el proyecto In Salah, inyectó CO<sub>2</sub> proveniente de la producción de gas al interior de tres pozos entre 2004 y 2011. Un estudio sísmico indicó que la inyección había activado una zona de fractura profunda,<sup>13</sup> y se descubrió una fuga en un pozo cercano.<sup>14</sup>

Las fugas, ya sean de pequeños volúmenes durante periodos largos de tiempo, o liberaciones abruptas, potencialmente catastróficas, podrían anular cualquier “ganancia” derivada de la “captura”. Las fugas son difíciles de prevenir. En Estados Unidos más de tres millones de viejos pozos de petróleo y gas están abandonados y no están sellados,<sup>15</sup> muchos de ellos penetran las formaciones rocosas más profundas que se consideran o ya están en operación para captura y almacenamiento de carbono.<sup>16</sup> En suma, la falta de datos confiables respecto a la inyección de CO<sub>2</sub> (debido, en parte, al papel de la industria de los combustibles fósiles en el ocultamiento y/o en la refutación de los datos existentes que no le son favorables) dificulta evaluar con precisión la seguridad de los almacenamientos. Asimismo parece poco probable que el almace-

- 
11. Andy Chadwick, David Noy, Erik Lindeberg, Rob Arts, Ola Eiken, Ola y Gareth Williams, “Calibrating reservoir performance with time-lapse seismic monitoring and flow simulations of the Sleipner CO<sub>2</sub> plume”. GHGT-8: 8ª Conferencia Internacional sobre Tecnología para el Control de Gases de Efecto Invernadero, Trondheim, Noruega, 2006.
  12. Peter Montague, “Looking for CO<sub>2</sub> Buried at Sleipner”. Precaution.org, 27 de julio de 2010. Disponible en: [http://www.precaution.org/lib/looking\\_for\\_sleipner\\_CO2.100727.pdf](http://www.precaution.org/lib/looking_for_sleipner_CO2.100727.pdf).
  13. Anna L. Stork, James P. Verdon y J.-Michael Kendall, “The microseismic response at the In Salah Carbon Capture and Storage (CCS) site”. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 2015.
  14. I.W. Wright, A.S. Mathieson, F. Riddiford, C. Bishop, “In Salah CO<sub>2</sub> Storage JIP: Site Selection, Management, Field Development Plan and Monitoring Overview”. *Energy Procedia*, 2010.
  15. John Gale, “The Trouble with Abandoned Wells”. IEAGHG Information Paper 2014-27, Programa de I+D sobre Gases de Efecto Invernadero de la AIE, 23 de diciembre de 2014. Disponible en: [http://www.ieaghg.org/docs/General\\_Docs/Publications/Information\\_Papers/2014-IP27.pdf](http://www.ieaghg.org/docs/General_Docs/Publications/Information_Papers/2014-IP27.pdf).
  16. S. T. Ide, S.J. Friedmann, H. Herzog, “CO<sub>2</sub> leakage through existing wells: current technology and regulations”. 8ª Conferencia Internacional sobre Tecnología para el Control de Gases de Efecto Invernadero, Trondheim, Noruega, 2006.

namiento geológico pueda considerarse confiable en algún momento. Más aún, la vigilancia de las fugas sería necesaria durante décadas si no es que durante siglos.

Sólo existe un proyecto BECC en el mundo: la captura de CO<sub>2</sub> proveniente de la fermentación del maíz en la refinería de etanol ubicada en Decatur, Illinois, en Estados Unidos, propiedad de ADM.<sup>17</sup> El CO<sub>2</sub> es capturado del proceso de fermentación e inyectado dentro de la formación de arenisca Mount Simon Sandstone, cercana a la planta. Este proyecto, financiado por el Departamento de Energía de Estados Unidos, tiene el propósito de servir como “prueba de concepto”, de que es posible una “huella de carbono negativa”. Pero teniendo en cuenta que la refinería funciona con energía de combustibles fósiles y que el maíz industrial es un cultivo intensivo en energía y petróleo, afirmar el “éxito” del proyecto es, como mínimo, prematuro.<sup>18</sup>

Capturar el CO<sub>2</sub> proveniente de la fermentación es menos costoso y complejo que el que proviene de otros procesos, y muy pocas refinerías de etanol capturan y venden el CO<sub>2</sub> a la industria petrolera para la recuperación mejorada de petróleo en reservas profundas, donde tiene gran demanda (véase apartado sobre CAC en capítulo 2).<sup>19</sup> Llenar pozos petroleros agotados con CO<sub>2</sub> concentrado aumenta la presión que puede empujar el petróleo remanente hacia la superficie. En 2014, el Departamento de Energía de Estados Unidos proyectó que el potencial de esta técnica podría triplicar las actuales reservas probadas de petróleo de Estados Unidos.<sup>20</sup> Por ello, existe un fuerte cabildeo, intensa promoción y demanda de la industria por mercados para el CO<sub>2</sub> concentrado.

---

17. “Archer Daniels Midland Illinois ICCS Project”. Energy.gov. Último acceso: 29 de octubre de 2017, <https://energy.gov/fe/archer-daniels-midland-company>.

18. Chris Mooney, “The quest to capture and store carbon – and slow climate change — just reached a new milestone” *Washington Post*, 10 de abril de 2017: [https://www.washingtonpost.com/news/energy-environment/wp/2017/04/10/the-quest-to-capture-and-store-carbon-and-slow-climate-change-just-reached-a-new-milestone/?utm\\_term=.4d4d59b05958](https://www.washingtonpost.com/news/energy-environment/wp/2017/04/10/the-quest-to-capture-and-store-carbon-and-slow-climate-change-just-reached-a-new-milestone/?utm_term=.4d4d59b05958).

19. “CO<sub>2</sub>-EOR and Agriculture”. Iniciativa Nacional para la Recuperación Mejorada de Petróleo. Último acceso: 29 de octubre de 2017, <https://www.c2es.org/docUploads/EOR-agriculture.pdf>.

20. “Near-Term Projections of CO<sub>2</sub> Utilization for Enhanced Oil Recovery,” Laboratorio Nacional de Energía del Departamento de Energía de Estados Unidos, 7 de abril de 2014.

Dados los altos costos asociados con la CAC, la venta de CO<sub>2</sub> es esencial para hacer económicamente viables los proyectos de captura de carbono. Sin embargo, la inyección de CO<sub>2</sub> con el fin de recuperar más combustibles fósiles no es una actividad “amigable con el ambiente” ni mucho menos “negativa en carbono”. De hecho, cuando se emplea para la recuperación mejorada de petróleo, al menos un tercio del CO<sub>2</sub> inyectado (según estimaciones de la propia industria petrolera) es inmediatamente liberado de nuevo a la atmósfera.<sup>21</sup> Capturar el CO<sub>2</sub> de las plantas generadoras de energía a base de carbón es complicado. Se ha intentado pero a un costo muy alto y con poco éxito:

El proyecto de la presa Saskpower Boundary en Canadá —una planta de generación de energía a base de carbón, con captura de CO<sub>2</sub> para la recuperación mejorada de petróleo— fue uno de los primeros. Se lo anunció como un proyecto que “rebasaba todas las expectativas”, pero poco después quedó claro que sólo podía capturar una fracción del volumen anticipado de CO<sub>2</sub>, al tiempo que requería el consumo de mucha más energía en el proceso.<sup>22</sup> Desde que comenzó sus operaciones, la planta ha tenido numerosos problemas de mantenimiento y tecnológicos.<sup>23</sup> Las emisiones de GEI provenientes de esta planta son mucho mayores de lo que serían si no capturara CO<sub>2</sub> para la recuperación mejorada de petróleo.

**En Kemper, Mississippi, Southern Energy ganó millones en subsidios gubernamentales y apoyo para la construcción de una planta generadora de energía a base de carbón adaptada para realizar CAC, que se promovió como la primera instalación de “carbón limpio” en el país.**

---

Disponible en: [http://netl.doe.gov/File%20Library/Research/Energy%20Analysis/Publications/Near-Term-Projections-CO2-EOR\\_april\\_10\\_2014.pdf](http://netl.doe.gov/File%20Library/Research/Energy%20Analysis/Publications/Near-Term-Projections-CO2-EOR_april_10_2014.pdf).

21. ICO<sub>2</sub>N, Instituto Pembina, 2013. Disponible en: [http://www.iCO2n.com/wp-content/uploads/2013/06/ICO2n\\_EOR-Final-Report.pdf](http://www.iCO2n.com/wp-content/uploads/2013/06/ICO2n_EOR-Final-Report.pdf).
22. Ian Austen, “Technology to Make Clean Energy From Coal Is Stumbling in Practice”. *New York Times*, 30 de marzo de 2016. Disponible en: [https://www.nytimes.com/2016/03/30/business/energy-environment/technology-to-make-clean-energy-from-coal-is-stumbling-in-practice.html?mcubz=1&\\_r=0](https://www.nytimes.com/2016/03/30/business/energy-environment/technology-to-make-clean-energy-from-coal-is-stumbling-in-practice.html?mcubz=1&_r=0).
23. Las actualizaciones se publican en: “BD3 Status Update”. SaskPower. Visitado el 29 de octubre de 2017, <http://www.saskpower.com/about-us/blog/bd3-status-update-may-2017/>.

Cuando inició la construcción en 2006, se estimó que el proyecto costaría mil 800 millones de dólares, pero los costos se dispararon hasta 7 mil 500 millones y las instalaciones ni siquiera podían utilizarse aún. En junio de 2017, después de que las agencias reguladoras impidieron que los propietarios intentaran recuperar costos cobrándole a los consumidores, los planes para quemar carbón y después capturarlo y almacenarlo fueron abandonados y ahora la planta está siendo adaptada para quemar gas natural (sin CAC).<sup>24</sup> Los desarrolladores están ahora bajo investigación por fraude.<sup>25</sup>

Petra Nova es otra planta de carbón con captura y almacenamiento de carbono en Texas. Para alimentar el proceso de captura del carbono después de la combustión, se construyó otra planta que funciona a base de gas. La idea es que el CO<sub>2</sub> capturado se utilice para recuperación mejorada de petróleo, lo cual significa continuar el uso de combustibles fósiles. La planta comenzó a operar en su fase de prueba en enero de 2017.

Capturar CO<sub>2</sub> a partir de procesos bioenergéticos como la quema de biomasa para generar energía es sumamente complicado e intensivo en consumo de energía. Por cada unidad de electricidad generada en una planta de energía a partir de biomasa se emitiría 50% más CO<sub>2</sub> que de una planta que sólo quemara carbón.<sup>26</sup> Dado que la quema de biomasa resultaría en emisiones mayores de CO<sub>2</sub>, se requeriría también un mayor consumo de energía dedicada sólo al proceso mismo de captura de carbono, que debería añadirse, además, a los problemas asociados a la obtención de cantidades masivas, continuas y crecientes de biomasa para quemar.

---

24. Sharon Kelly, "Southern Co. Suspends Kemper 'Clean Coal' Project, Warns Investors It May Recognize Losses up to \$3.4 Billion". DeSmogblog.org, 28 de junio de 2017. Disponible en: <https://www.desmogblog.com/2017/06/28/breaking-southern-co-officially-yanks-plug-kemper-clean-coal-power-plant-warns-it-may-recognize-loss-3-4-billion>.

25. Sharon Kelly, "New Fraud Allegations Emerge at Troubled 'Clean Coal' Project As Southern Co. Records Multi-Billion Loss". DeSmogblog.org, 8 de agosto de 2017. Disponible en: <https://www.desmogblog.com/2017/08/08/southern-company-fraud-allegations-kemper-clean-coal-project>.

26. "Carbon emissions from burning biomass for energy". Asociación para la Integridad Política (Partnership for Policy Integrity). Último acceso: 2 de diciembre de 2015. Disponible en: <http://www.pfpi.net/carbonemissions>.



Debido al fracaso de las plantas de energía a base de carbón para capturar el CO<sub>2</sub> y a las incluso mayores dificultades asociadas con la generación de bioenergía (distintas a la fermentación de etanol), es muy preocupante que el IPCC haya respaldado la técnica BECAC en su Quinto Informe de Evaluación (AR5), de 2014.<sup>27</sup> En él, el IPCC revisó los “Modelos Integrados de Evaluación” que se usaron para modelar las trayectorias para alcanzar varias metas de estabilización climática, considerando distintos escenarios de política y de uso de tecnologías. Prácticamente todas las trayectorias para la estabilización de la temperatura en 2°C implican la emisión de más CO<sub>2</sub> de lo que sería compatible con las metas de corto plazo y asumen que el exceso de emisiones podría, ya avanzado el siglo, removerse por alguna otra vía. En esto consiste el concepto de “sobrepaso” (*overshoot* en inglés).<sup>28</sup> Lograr las metas de estabilización climática sin sobrepaso se consideró, –después de décadas de retardar las acciones necesarias de reducción–, algo al parecer muy drástico, costoso o no practicable.

La tecnología BECAC figura en el informe del IPCC como el medio principal para remover el exceso de CO<sub>2</sub> más adelante en este siglo (junto con las plantaciones de monocultivos de árboles, aunque considera que ésta tiene menos potencial, y menos aún si contempla la tala de los árboles plantados para quemarlos para generación de bioenergía). El IPCC dice en su informe que tiene una “elevada confianza” en que la tecnología BECAC a gran escala será necesaria y, al mismo tiempo, reconoce que podría no ser viable, que conlleva serios riesgos e incertidumbres y que permanece sin comprobarse su eficacia. Situación muy preocupante puesto que, básicamente deja el problema del exceso de CO<sub>2</sub> en la atmósfera a una tecnología imaginaria, como algo que las próximas generaciones deberán enfrentar y resolver por sí mismas.

El Quinto Informe del IPCC no identifica a la tecnología BECAC como “geoingeniería”, sino como una tecnología de mitigación. Sin embargo, independientemente del término, habla de desplegar BECAC a una esca-

---

27. Climate Change 2014: *Mitigation of Climate Change*, Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, 2014. Disponible en: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>.

28. AVOID, *Overshoot scenarios and their climate response*. 18 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://www.avoid.uk.net/2015/09/overshoot-scenarios-and-their-climate-response-a3/>.

la suficientemente masiva como para impactar la atmósfera global. Escalar el uso de la bioenergía a tal grado tendría muy graves consecuencias para el uso de suelo. En 2013, dos científicos ambientales hicieron una observación aleccionadora de los requerimientos necesarios para capturar un modesto volumen de mil millones de toneladas de carbono anualmente: empleando BECC en una instalación que emplearía pastura como combustible,<sup>29</sup> se requerirían entre 218 y 990 millones de hectáreas de tierra para crecer los pastos (es decir, entre 14 y 65 veces la extensión empleada en Estados Unidos para cultivar maíz para producir etanol). Adicionalmente, se necesitarían entre 17 y 79 millones de toneladas de fertilizantes (cerca del 75% de la producción de fertilizantes nitrogenados que se emplean en el mundo actualmente), así como entre 1.6 y 7.4 billones de metros cúbicos de agua. Además, apuntan que las solas emisiones de óxido nitroso derivadas de la producción y uso de los fertilizantes serían suficientes para anular cualquier beneficio de remoción de GEI proveniente de la captura y almacenamiento de carbono. Estudios más recientes calculan que los requerimientos de biomasa alcanzarían a ser de entre 25 y 80% de toda la tierra agrícola.<sup>30</sup>

El cambio de uso del suelo en una escala de tal magnitud derivaría en una feroz competencia entre el cultivo de biomasa para geoingeniería y la producción de alimentos, que conduciría a la depredación de recursos hídricos, a un incremento en la demanda de fertilizantes y otras sustancias agroquímicas, la pérdida de biodiversidad y muchos otros problemas.<sup>31</sup> Dadas las dificultades técnicas que implica su aplicación, es poco probable que BECCS pudiera ser escalada lo suficiente como para resultar en un cambio en el uso de suelo de tales dimensiones. Pero el daño causado por la falsa confianza y la legitimación de la bioenergía a gran escala podría ser irreparable.

- 
29. L.J. Smith y M.S. Torn, "Ecological limits to terrestrial biological carbon removal". *Climate Change*, v. 118, n. 1, mayo de 2013, 89-103. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007%2F510584-012-0682-3#page-1>.
  30. C.B. Field, K.J. Mach, "Rightsizing CDR". *Science*, v. 356 n. 6339, 2017, pp. 706-707.
  31. W. Burns y S. Nicholson, "Bioenergy and carbon capture and storage (BECCS): the prospects and challenges of an emerging climate policy response". *Journal of Environmental Studies*, 2017.

## ESTUDIO DE CASO II: ¿ARREGLAR EL CLIMA CON ALGAS?

Debido a su capacidad para capturar carbono en su proceso de crecimiento, las algas se han convertido en un foco de atención para la “geoingeniería del clima” y las “emisiones negativas”. El enfoque centrado en las algas que tiene mayor atención es el de la “fertilización oceánica con hierro” (FOH, véanse los Estudios de caso III y IV), aunque también se están proponiendo otros enfoques para hacer geoingeniería con algas, para remoción del dióxido de carbono y para enfoques de mitigación.

Algunos abogan por emplear macroalgas cultivadas como fuente de biomasa para bioenergía con captura y almacenamiento de carbono, para generar “emisiones negativas”.<sup>32</sup> Otro enfoque plantea el cultivo de algas como mecanismo de captura y almacenamiento de carbono, o captura, uso y almacenamiento de carbono (CUAC / CCUS). Las microalgas requieren CO<sub>2</sub> para crecer y proveerles de la cantidad adecuada puede ser complicado. Para ello se están haciendo esfuerzos por vincular el cultivo de las algas a instalaciones industriales y de generación de energía, de modo que las emisiones de gases alimenten directamente a las algas, las cuales, a su vez, se procesarían en biocombustibles y otros productos derivados (estos son los usos a que se refiere la clasificación CUAC).

Algunos proyectos de CAC con algas incluyen: el proyecto Algoland en la planta cementera de Heidelberg, en Suecia;<sup>33</sup> el proyecto piloto para capturar CO<sub>2</sub> de las plantas de generación eléctrica, entre la Universidad Estatal de Michigan y PHYCO<sub>2</sub>;<sup>34</sup> un proyecto de la Universidad de Kentucky en conjunto con Duke Energy para capturar CO<sub>2</sub> de plantas

---

32. D. Moreira y J.C.M. Pires, “Atmospheric CO<sub>2</sub> capture by algae: Negative carbon dioxide emission pathway”. *Bioresource Technology*, v. 215, 2016.

33. Akshat Rathi, “The revolutionary technology pushing Sweden toward the seemingly impossible goal of zero emissions”. Quartz, 21 de junio de 2017. Disponible en: <https://qz.com/1010273/the-algoland-carbon-capture-project-in-sweden-uses-algae-to-help-the-country-reach-zero-emissions/>.

34. Sonal Patel, “A Breakthrough Carbon-Capturing Algae Project”. Power, 1 de mayo de 2016. Disponible en: <http://www.powermag.com/breakthrough-carbon-capturing-algae-project/>.

carboníferas con algas;<sup>35</sup> y el proyecto piloto de Pond Biofuels, de Canadá, para capturar CO<sub>2</sub> con algas en la planta cementera de St. Mary,<sup>36</sup> así como otro en las instalaciones de extracción de arenas bituminosas de la empresa Horizon, en Alberta.<sup>37</sup>

Un riesgo subestimado lo representa el proceso mismo de la fotosíntesis, que limita el monto de carbono que puede ser absorbido por las microalgas en una instalación de cultivo, a un volumen de cinco gramos de carbono por metro cuadrado por día.<sup>38</sup> Esto se traduce en un dolor de cabeza logístico para los proyectos que buscan absorber CO<sub>2</sub> generado por grandes instalaciones industriales que pueden llegar a emitir cientos de miles de toneladas de carbono. La captura de un volumen significativo de carbono requeriría de la apropiación de grandes extensiones de tierra accesible directamente al lado de las plantas industriales.

Algunos investigadores han desarrollado escenarios teóricos para la geoingeniería del clima basada en la llamada “forestación oceánica” a muy gran escala, es decir, sembrar grandes porciones del océano con macroalgas (como alga kelp), al modo de grandes plantaciones forestales.<sup>39</sup> Las algas serían después cosechadas y empleadas para producir biometano como fuente de energía. De manera muy entusiasta, afir-

---

35. “University of Kentucky algal research hitting the ground in China”. *Biomass Magazine*, 19 de febrero de 2016. Disponible en: <http://biomassmagazine.com/articles/12937/university-of-kentucky-algal-research-hitting-the-ground-in-china>.

36. “Toward a greener, cleaner future”. Votorantim-Cimentos, St. Mary’s Cement, 25 de enero de 2017. Disponible en: <http://www.stmaryscement.com/Pages/Media%20Centre/News/Toward-a-greener,-cleaner-future-.aspx>.

37. Jeremy van Loon, “Canadian Natural to Use Algae to Reduce Emissions From Oil Sands”. Pond Biofuels, 10 de mayo de 2013. Disponible en: <http://www.pondbiofuels.com/resources/Company/Canadian-Natural-to-Use-Algae-to-Reduce-Emissions-From-Oil-Sands---Bloomberg.pdf>.

38. Philp Kenny y Kevin J. Flynn, “In silico optimization for production of biomass and biofuel feedstocks from microalgae”. *Journal of Applied Phycology*, v. 27, n. 1, febrero de 2015, pp. 33-48. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10811-014-0342-2>.

39. Antoine de Ramon N’Yeurt et al., “Negative carbon via ocean afforestation”. *Process Safety and Environmental Protection*, v. 90, n. 6, noviembre de 2012, pp. 467-474.

man que hacer esto —en una superficie equivalente al 9% del océano— podría “compensar completamente las emisiones antropogénicas de CO<sub>2</sub> hacia 2035 y, posteriormente, restaurar el clima planetario al reducir las concentraciones de CO<sub>2</sub> atmosférico por debajo de 350 ppm hacia 2085”.<sup>40</sup> Esta propuesta es fantásica, por decir lo menos y tiene muy poco respaldo serio.

Otro enfoque centrado en las algas involucra el empleo del carbono obtenido mediante “Captura directa de aire” (ver capítulo 2) para abastecer el CO<sub>2</sub> necesario para cultivar las microalgas que después serían usadas como materia prima de biocombustibles.<sup>41</sup> La captura directa de aire ha demostrado ser tan prohibitivamente intensa en su consumo de energía, además de extremadamente costosa, que se considera esencial la venta y “reutilización” del carbono capturado. Las algas se consideran promisorias porque pueden emplear dosis de CO<sub>2</sub> más diluidas y podrían ser una opción más realista que usar el CO<sub>2</sub> capturado para la recuperación mejorada de petróleo.<sup>42 43</sup>

---

40. *Ibid.*

41. Jennifer Wilcox et al., “Assessment of reasonable opportunities for direct air capture”. *Environmental Research Letters*, v. 12, n. 6, 2017, p. 12.

42. Marc Gunther, “Rethinking Carbon Dioxide: From a Pollutant to an Asset”. *Yale Environment360*, 23 de febrero de 2012. Disponible en: [http://e360.yale.edu/features/geoengineering\\_carbon\\_dioxide\\_removal\\_technology\\_from\\_pollutant\\_to\\_asset](http://e360.yale.edu/features/geoengineering_carbon_dioxide_removal_technology_from_pollutant_to_asset).

43. Cualquiera que sea la aplicación, el cultivo a gran escala de micro y macroalgas enfrenta serios retos. La producción comercial de escala relativamente pequeña ocurre desde hace mucho tiempo, para algas comestibles, nutracéuticos (mezcla de nutrientes y farmacéuticos) como el alga espirulina, así como para la producción de compuestos como el carragenano. Sin embargo, después de varios intentos fallidos de diseñar genéticamente y cultivar algas para su uso en la producción a gran escala de biocombustibles, los investigadores y las empresas están ahora concentrando recursos para la generación de productos de nicho, como es el caso de la crema anti-arrugas de Algenist o el aceite de cocina Thrive, de la empresa de biología sintética TerraVia, que puede ser producido en volúmenes relativamente pequeños y venderse a precios altos. La industria de productos derivados de las algas depende cada vez más de enfoques de ingeniería genética altamente riesgosos y pobremente regulados, que pueden representar graves riesgos ambientales y de salud pública. Al respecto, véase: “Microalgae biofuels: myths and risks”. Biofuelwatch, septiembre de 2017. Disponible en: <http://www.biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/Microalgae-Biofuels-Myths-and-Risks-FINAL.pdf>.

---

La escala de la producción de algas que se requeriría para influir en la atmósfera global es mucho mayor que todo lo que se ha intentado y logrado hasta ahora, a pesar de décadas de investigación y desarrollo.

La escala de la producción de algas que se requeriría para influir en la atmósfera global es mucho mayor que todo lo que se ha intentado y logrado hasta ahora, a pesar de décadas de investigación y desarrollo. Esto se debe a obstáculos fundamentales que podrían probar ser imposibles de superar. A pesar de la alharaca y las afirmaciones de que se puede obtener energía de algas “usando nada más que agua, luz solar y  $\text{CO}_2$ ”, la realidad es que las algas son difíciles de cultivar masivamente y tienen condiciones de cultivo muy costosas y muy intensas en consumo de energía. Cultivar algas exige tener acceso a grandes cantidades de nutrientes<sup>44</sup> y de  $\text{CO}_2$  concentrado. Las condiciones de luz y temperatura deben controlarse cuidadosamente. Algunas especies obtienen energía de la fotosíntesis, pero otras requieren un constante suministro de azúcares (como azúcar de caña), por lo que los problemas en el uso del suelo asociados con plantaciones para bioenergía a gran escala deban considerarse también para el cultivo de algas.

Se requieren grandes cantidades de agua en circulación constante y su calidad y pH deben controlarse meticulosamente. Generalmente se emplean estanques abiertos o fotobiorreactores, que requieren, ambos, acceso a grandes extensiones de tierra, idealmente, en las orillas de las corrientes de agua. El cultivo de algas podría ser además afectado

---

44. El Consejo Nacional de Investigación estima que el reemplazo de sólo 5% de la demanda de combustibles para el transporte en Estados Unidos, con biocombustibles derivados de algas, requeriría entre 6 y 15 millones de toneladas métricas de nitrógeno y entre 1 y 2 millones de toneladas métricas de fósforo, que representan entre 44 y 107% de todo el nitrógeno y entre 20 y 51% de todo el fósforo utilizado en Estados Unidos.

por plagas, patógenos y el clima que, como sabemos, son difíciles de controlar.<sup>45</sup>

Hay intentos por modificar genéticamente algas para superar algunas de estas dificultades, pero ese proceso también conlleva serios riesgos.<sup>46</sup> Debido a su pequeño tamaño y a su capacidad de volatilizarse pueden salir de su ambiente controlado y alojarse en el ambiente con efectos impredecibles, justamente algunos de los rasgos que se quiere manipular, les otorgarían una ventaja sobre otras especies en la naturaleza.

Las algas genéticamente modificadas podrían ser incomibles para los depredadores y herbívoros que, por lo general, mantienen en equilibrio la población de algas.<sup>47</sup> Los “brotes” de algas llegan a ser, en algunos casos, tóxicos y son cada vez más comunes y problemáticos debido al calentamiento de las corrientes de agua por el cambio climático y al incremento en la escorrentía de nutrientes.<sup>48</sup> Haría falta estricta vigilancia regulatoria y evaluaciones cuidadosas de riesgo para las microalgas genéticamente modificadas, ninguna de las cuáles existe.<sup>49</sup>

Las algas son ubicuas, diversas y desempeñan un papel central como base de las cadenas alimentarias y como fuente de casi la mitad de nuestro oxígeno. Los depósitos de algas antiguas son fuente de combustibles fósiles y desempeñaron un papel importante en la precipita-

---

45. A.J. Bruggeman *et al.*, “Evaluation of three herbicide resistance genes for use in genetic transformations and for potential crop protection in microalgae production”. *Plant Biotechnology*, v. 12, n. 7, 2014, pp. 898-902. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pbi.12192/abstract>.

46. A. Snow y V.H. Smith, “Genetically engineered algae for biofuels: A key role for ecologists”. *Bioscience*, v. 62, n. 8, 2012, pp. 765-768. Disponible en: <https://academic.oup.com/bioscience/article/62/8/765/244366/Genetically-Engineered-Algae-for-Biofuels-A-Key>.

47. K.J. Flynn *et al.*, “Monster potential meets potential monster: Pros and cons of deploying genetically modified microalgae for biofuels production”. *Interface Focus*, v. 3 n. 1, 2013. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3638280/>.

48. L.C. Backer *et al.*, “Cyanobacteria and microalgae blooms: Review of health and environmental data from the harmful algal bloom-related illness surveillance system (HABISS) 2007-2015”. *Toxins*, v. 7, n. 4, 2015, pp. 1048-1064. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25826054>.

49. T.A. Beacham *et al.*, “Large scale cultivation of genetically modified microalgae: A new era for environmental risk assessment”. *Algal Research*, v. 25, 2016, pp. 90-100. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211926416305021>.

ción de CO<sub>2</sub> durante un periodo previo de calentamiento hace 50 millones de años. No obstante, como “remiendo tecnológico” de ingeniería climática, han probado ser muy riesgosas y poco cooperativas.

### **ESTUDIO DE CASO III: FERTILIZACIÓN OCEÁNICA: LOHAFEX, PLANKTOS-HAIDA-OCEANEOS**

Durante los últimos 30 años, se han realizado al menos 13 experimentos de fertilización oceánica con hierro. Uno de los mayores experimentos fue la expedición LOHAFEX, realizada en 2009. Los investigadores a bordo del navío alemán *RV Polarstern*, copatrocinados por los gobiernos de Alemania e India, vertieron seis toneladas de sulfato de hierro a lo largo de 300 kilómetros cuadrados de mar abierto en el mar de Scotia, al este de Argentina.

El más persistente defensor de la fertilización oceánica ha sido el empresario estadounidense Russ George. Hace más de diez años, George creó una empresa llamada Planktos que, a inicios de 2007, vendía bonos de carbono en su página electrónica. Planktos afirmaba que su prueba inicial de fertilización oceánica, realizada fuera de la costa del archipiélago de Hawaii, desde el yate privado del cantante Neil Young, había logrado retirar CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Poco después, Planktos anunció sus planes para levar anclas desde la costa del estado de Florida para verter decenas de miles de kilogramos de partículas de hierro sobre aproximadamente 10 mil kilómetros cuadrados de aguas internacionales cerca de las islas Galápagos, locación elegida porque, entre otras razones, no se requeriría ningún permiso o supervisión de gobierno.

Pero el gobierno y organizaciones ambientalistas de Ecuador reaccionaron ante esta iniciativa que podría afectar negativamente las islas Galápagos. Otro grupo de organizaciones e individuos de la sociedad civil, hicieron una solicitud formal a la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos para que investigara las actividades de Planktos y para que regulara sus acciones, amparados en la Ley sobre Vertimientos en el Océano (*US Ocean Dumping Act*).

Adicionalmente, las organizaciones defensoras del interés público solicitaron a la Comisión de Valores del gobierno de Estados Unidos



que investigara las engañosas afirmaciones de Planktos, dirigidas a sus potenciales inversionistas, respecto a la legalidad y los presuntos beneficios ambientales de sus actividades. La publicidad negativa obligó entonces a Planktos a anunciar que pospondría indefinidamente sus planes, debido a “una muy efectiva campaña de desinformación llevada a cabo por los enemigos de los bonos de carbono”.<sup>50</sup> En abril de 2008, Planktos se declaró en bancarota, vendió su navío y despidió a sus empleados, declarando que “había decidido abandonar cualquier futuro esfuerzo en pos de la fertilización oceánica”.

Esto terminó siendo falso. Russ George reapareció pocos años después, cuando logró persuadir a un consejo tribal<sup>51</sup> de la Nación Indígena Haida, en el archipiélago Haida Gwaii, en Canadá, para que apoyaran la realización de su nuevo proyecto. Esta vez, bajo la personalidad jurídica de la Haida Salmon Restoration Corporation, promovió la idea de la recuperación de las poblaciones de salmón, con el beneficio adicional de la venta de créditos de carbono a partir de la captura de CO<sub>2</sub> en el océano. En 2012, se difundió la noticia de que George había orquestado el vertimiento de 100 toneladas de sulfato de hierro en el océano Pacífico fuera de la costa occidental canadiense, en lo que sería el mayor vertimiento para fertilización oceánica hasta el momento. La protesta internacional se dirigió entonces hacia George, calificándolo de “geoingeniero deshonesto”<sup>52</sup> y “geo-paramilitar”<sup>53</sup> que le ganaron ser sujeto a investigación por parte del área jurídica de Environment Canada (la

---

50. Para conocer los antecedentes y las referencias, véase: Grupo ETC, *Documento de antecedentes sobre el vertimiento de hierro en Haida Gwaii ocurrido en 2012*, 28 de marzo de 2013. Disponible en: <http://www.etcgroup.org/es/content/documento-de-antecedentes-sobre-el-vertimiento-de-hierro-en-haida-gwaii-ocurrido-en-2012>.

51. Un Consejo tribal es el gobierno electo de una Primera Nación (pueblo indígena), en Canadá.

52. Henry Fountain, “A Rogue Climate Experiment Outrages Scientists”. *New York Times*, 18 de octubre de 2012. Disponible en: <http://www.nytimes.com/2012/10/19/science/earth/iron-dumping-experiment-in-pacific-alarms-marine-experts.html?mcubz=0>. Ver también Andrew Szasz, “Going Rogue: Russ George and the Problem of Governance in Geoengineering”. Presentación oral en el Foro de la Asociación Sociológica Internacional, Viena, Austria, 10 de julio de 2016. Disponible en: <https://isaconf.confex.com/isaconf/forum2016/webprogram/Paper74676.html>.

53. Michael Specter, “The First Geo-Vigilante”. *New Yorker*, 18 de octubre de 2012. Disponible en: <https://www.newyorker.com/news/news-desk/the-first-geo-vigilante>.

agencia ambiental canadiense), la cual, cinco años después, lamentablemente no ha concluido sus investigaciones.

Muchos de quienes estuvieron involucrados en el proyecto en Haida han reaparecido, esta vez bajo el nombre de la Fundación Oceaneos de Investigación Marina, con sede en Vancouver. Tienen puesta hoy la mira en experimentos en el mar en las afueras del litoral chileno, donde dicen estar intentado obtener los permisos correspondientes del gobierno para verter hasta diez toneladas de partículas de hierro en 2018. Se han reinventado, puesto que presentan ahora a su organización como una institución sin fines de lucro, que se dedica a la “siembra oceánica”, en vez de a la fertilización con hierro; además, se presentan como un proyecto escrupuloso con un código de conducta que recibe asesoría de un consejo científico. Sin embargo, siguen presentando a esta técnica como la cura milagrosa para salvar la vida marina, para lo cual han llenado su página electrónica de presentaciones científicas y videos promocionales en los que muestran océanos rebosantes de salmones y delfines.

Jason McNamee, quien fue Director y Jefe de Operaciones de la Haida Salmon Restoration Corporation y que fungió después como Jefe de Operaciones de Oceaneos, afirmó que el proyecto chileno no estaría dedicado a investigar su potencial para generar créditos de carbono: “Ahí se concentró la controversia (en 2012). Muchos pensaron que habíamos emprendido ese proyecto para hacernos multimillonarios”.<sup>54</sup> Después de investigar el proyecto, sin embargo, resultó que el 60% de su cartera pública de propiedad intelectual se concentra en la captura de carbono y la emisión de bonos. Oceaneos ha prometido también poner a disposición pública los datos científicos disponibles (la misma promesa que hizo Russ George respecto al vertimiento en la costa de Haida Gwaii, y cuyo cumplimiento seguimos esperando).<sup>55</sup> El proyecto ha sido fuertemente criticado por oceanógrafos y otros científicos adscritos a

---

54. Geordon Omand, “Controversial Haida Gwaii ocean fertilizing experiment pitched to Chile”. *CBC News*, 24 de abril de 2016. Disponible en: <http://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/haida-gwaii-ocean-fertilizing-chile-1.3550783>.

55. Jeff Tollefson, “Iron-dumping ocean experiment sparks controversy”. *Nature*, 23 de mayo de 2017. Disponible en: <https://www.nature.com/news/iron-dumping-ocean-experiment-sparks-controversy-1.22031>.

instituciones chilenas, que señalan que los experimentos de Oceanos implican una serie de importantes riesgos para el ambiente marino en las costas de Chile.<sup>56</sup>

## **ESTUDIO DE CASO IV: FERTILIZACIÓN OCEÁNICA: EL INSTITUTO COREANO DE INVESTIGACIÓN POLAR**

Un programa de investigación de cinco años (2016-2020) diseñado por el Instituto Coreano de Investigación Polar (KOPRI), financiado por el Ministerio de Océanos y Pesca de la República de Corea, planea realizar experimentos de fertilización oceánica en el Mar del Sur (Océano Pacífico). Sin embargo, sus fines de investigación fueron puestos en cuestión por el Convenio de Londres, bajo su Protocolo, que prohíbe todo tipo de experimentos que no constituyan investigación científica legítima.

Los oceanógrafos coreanos detallaron su plan en un artículo académico publicado en 2016.<sup>57</sup> El proyecto (llamado KIFES) inició con una revisión de los experimentos previos en fertilización oceánica y una declaración de intenciones para avanzar en el sentido de una “investigación desde la embarcación”, en 2017 y 2018. El KOPRI menciona a cinco universidades y a varias instituciones internacionales, incluyendo a universidades estadounidenses y canadienses, como parte de sus “redes de colaboración nacionales e internacionales”. El Ministerio de Océanos de Corea seleccionó una locación al este de la cuenca de Bransfield, no muy lejana de la península Antártica, para realizar su vertimiento.

Un componente importante en la estrategia de KIFES parece ser la construcción de la credibilidad general de su proyecto, lo cual, sin duda,

---

56. “Científicos denuncian como ‘peligroso’ proyecto para fertilizar el mar y producir más peces”. *El Mostrador*, 6 de abril de 2017. Disponible en: <http://www.elmostrador.cl/cultura/2017/04/06/cientificos-denuncian-como-peligroso-proyecto-para-fertilizar-el-mar-y-producir-mas-peces/>. Peter von Dassow *et al.*, “Experimentos en nuestro mar”. *El Mercurio*, 13 de abril de 2017. Disponible en: <http://www.economiaynegocios.cl/noticias/noticias.asp?id=351879>.

57. Joo-Eun Yoon *et al.* “Ocean-Iron Fertilization Experiments: Past-Present-Future with Introduction to Korean Iron Fertilization Experiment in the Southern Ocean (KIFES) Project”. *Journal of Biogeosciences*, noviembre de 2016, pp. 15-17. Disponible en: <https://www.biogeosciences-discuss.net/bg-2016-472/>.

constituye un aprendizaje respecto a las experiencias pasadas, que fueron descarriladas por la indignación y las protestas públicas. Antes de que el proyecto fuera cuestionado por el Convenio de Londres en 2017, al parecer realizaron investigaciones de campo en el sitio. Ahora esperan la aprobación en 2018 del Convenio y el Protocolo de Londres, proceso que aseguran está en marcha para que en 2019 puedan realizar su experimento y publicar los resultados en 2020, antes de preparar la segunda etapa de su proyecto.

El Ministerio de Océanos y Pesca de Corea asegura que no le interesa la venta de los créditos de carbono que presuntamente resultarían del experimento (probablemente en reconocimiento de la controversia generada por el experimento comercial de Russ George en Canadá en 2012, (estudio de caso III) un precedente no mencionado por el ministerio en su revisión de los experimentos previos. El ministerio asegura que solamente quiere proporcionar “una respuesta clara a la pregunta de si la fertilización oceánica con hierro tiene futuro como solución de geoingeniería”.<sup>58</sup> Aún no se sabe si el experimento se realizará después de haber sido cuestionado por el Convenio de Londres.

## **ESTUDIO DE CASO V: SURGENCIA (OCEÁNICA) ARTIFICIAL EN CHINA**

China tiene una larga historia de modificación climática (de tiempo atmosférico) con siembra de nubes.<sup>59</sup> Entre 2008 y 2015, China gastó mil millones de dólares en este tipo de modificación artificial del clima y tiene planes para inducir 60 mil millones de metros cúbicos de lluvia adicional cada año, hacia 2020.<sup>60</sup> En las otras técnicas, China es un actor de arribo tardío de la geoingeniería, pero su interés se acelera rápidamente.

---

58. *Ibid.*, p. 18.

59. Clive Hamilton, “Why geoengineering has immediate appeal to China”. *The Guardian*, 22 de marzo de 2013. Disponible en: <https://www.theguardian.com/environment/2013/mar/22/geoengineering-china-climate-change>.

60. “China sets 2020 ‘artificial weather’ target to combat water shortages”. *Reuters*, 13 de enero de 2015. Disponible en: <http://news.trust.org//item/20150113123425-7ba06/>.

En un ensayo por publicarse, los politólogos Kingsley Edney y Jonathan Symons prefijan cómo y cuándo China se involucrará en el desarrollo de tecnologías de geoingeniería.<sup>61</sup> Otros analistas informan que en los últimos tres años el Ministerio de Ciencia y Tecnología chino invirtió tres millones de dólares en investigación en geoingeniería —sin desarrollo de tecnologías o experimentación a campo abierto— dirigida por tres instituciones, 15 académicos y 40 estudiantes.<sup>62</sup> John Moore es un glaciólogo británico que funge como Jefe Científico en la Escuela de Cambio Global y Ciencias de los Sistemas Terrestres de la Universidad Normal de Beijing, que también supervisa el programa de geoingeniería de China. Moore afirma que las instituciones chinas se están concentrando en los impactos de la geoingeniería sobre las capas de hielo polares, los niveles del mar, la agricultura y la salud humana. Recientemente, uno de los investigadores del programa en la Universidad de Zhejiang, publicó un artículo proponiendo pensar en un “cóctel de geoingeniería”, en coautoría con Ken Caldeira, en el que proyectaron el impacto que tendría la combinación de dos tecnologías: el rociado de partículas dispersantes de la luz en la atmósfera superior y el adelgazamiento de nubes tipo cirrus.<sup>63</sup>

A pesar de lo dicho, comienza a saberse de experimentos a campo abierto en China. En 2017, ese país solicitó una reunión del Convenio de Londres para informar que había realizado pruebas de surgencia artificial, una forma de fertilización oceánica (FO).<sup>64</sup>

---

61. Kingsley Edney y Jonathan Symons, “China and the blunt temptations of geoengineering: The role of solar radiation management in China’s strategic response to climate change”. *The Pacific Review* (en prensa). Resumen disponible en: [https://www.academia.edu/1983811/China\\_and\\_the\\_blunt\\_temptations\\_of\\_geoengineering\\_the\\_role\\_of\\_solar\\_radiation\\_management\\_in\\_China\\_s\\_strategic\\_response\\_to\\_climate\\_change](https://www.academia.edu/1983811/China_and_the_blunt_temptations_of_geoengineering_the_role_of_solar_radiation_management_in_China_s_strategic_response_to_climate_change).

62. James Temple, “China Builds One of the World’s Largest Geoengineering Research Programs”. *Technology Review*, 2 de agosto de 2017. Disponible en: <https://www.technologyreview.com/s/608401/china-builds-one-of-the-worlds-largest-geoengineering-research-programs/>.

63. Long Cao, Ken Caldeira et al., “Simultaneous stabilization of global temperature and precipitation through cocktail geoengineering”. *Geophysical Research Letters*, 24 de julio de 2017. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2017GL074281/full>.

64. Organización Marítima Internacional, Grupo Científico de la Convención de Londres, 40ª Reunión; Grupo Científico del Protocolo de Londres, 11ª Reunión, marzo de 2017, LC/SG 40/INF.25.

Una de ellas en el mar oriental de China y dos más en el lago Qiandao, bajo los auspicios de la Universidad de Zhejiang.<sup>65</sup>

---

Uno de los investigadores del programa en la Universidad de Zhejiang publicó un artículo proponiendo pensar en un “cóctel de geoingeniería”, publicó un artículo en coautoría con Ken Caldeira, en el que proyectaron el impacto que tendría la combinación de dos tecnologías: el rociado de partículas dispersantes de la luz en la atmósfera superior y el adelgazamiento de nubes tipo cirrus.

En este tipo de fertilización oceánica, el agua fría plena de nutrientes del océano profundo se bombea hacia arriba, cerca de la superficie. En teoría esta acción cambia la distribución de los nutrientes, elevando la productividad de peces y estimulando la producción de plancton, el cual captura y secuestra dióxido de CO<sub>2</sub> y lo sumerge hacia el lecho marino (pero no está probado que allí permanezca).

Desde 2010, los investigadores chinos han trabajado en el desarrollo de un sistema eficaz de bombeo que inyecta aire comprimido a través de largos tubos —conocido como “sistema de transporte de aire para la surgencia artificial”. Basándose en dispositivos diseñados previamente en Hawaii y Taiwán, los investigadores probaron alimentar el sistema con la energía de las olas, con el fin de que pueda operar autónomamente por largos periodos de tiempo. En un artículo presentado ante el Convenio de Londres, plantean que el modelo más exitoso que han logrado emplea una mezcla de celdas fotovoltaicas, turbinas de viento, convertidores de energía del mar y generadores diésel.<sup>66</sup> Los experimentos se realizaron entre 2011 y 2014, bombeando agua desde 30 metros bajo la superficie. En opinión de los científicos, “lograron su-

---

65. Pan YiWen, et al., “Research Progress in artificial upwelling and its potential environmental effects”. *Sciences China, Earth Sciences*, v. 59, 2016, pp. 236-248.

66. *Ibid.*, p. 246.

perar los obstáculos para el diseño y la fabricación de un dispositivo tecnológico robusto para la surgencia oceánica artificial”.<sup>67</sup>

El estudio señala que falta enviar los resultados de los experimentos a revistas científicas internacionales y reconoce que para su despliegue a gran escala “permanecen sin resolverse las incertidumbres sobre los impactos potenciales en los ecosistemas”.<sup>68</sup> El trabajo futuro se centrará en “medir los impactos ambientales en diferentes regiones costeras”. Aparte de este documento, se sabe muy poco sobre las actividades que implica el proyecto y cómo fueron evaluadas.

## ESTUDIO DE CASO 6: EL EXPERIMENTO SPICE

Entre 2010 y 2013 el Reino Unido auspició el primer intento de experimento en campo abierto para progresar en la inyección de aerosoles en la estratósfera, que despertó mucha atención y debate público, por lo que fue cancelado poco antes de realizarse. El experimento se llamó Inyección Estratosférica de Partículas para la Ingeniería del Clima (SPICE, por sus siglas en inglés) y se llevó a cabo con el fin de poner a prueba el equipo técnico para la inyección estratosférica de partículas a gran escala.

La idea detrás del proyecto SPICE nació en una reunión interdisciplinaria orientada a la generación de ideas innovadoras, convocada por tres de los siete consejos científicos del Reino Unido.<sup>69</sup> El proyecto involucró a modeladores climáticos, químicos e ingenieros y fue respaldado por cuatro universidades, varias agencias gubernamentales y la empresa Marshall Aerospace. La reunión no tenía como objetivo principal lograr rigor científico. De hecho, uno de los ingenieros involucrados en el proyecto admitió después: “no sabíamos nada de ciencias climáticas y menos aún sobre la complejidad de tratar temas tan cargados social, política y éticamente”.<sup>70</sup>

---

67. *Ibid.*, p. 236.

68. *Ibid.*, p. 236.

69. Jack Stilgoe, *Experiment Earth: Responsible innovation in geoengineering*. Nueva York: Routledge, 2015, p. 151.

70. *Ibid.*, p. 153.

El experimento consistiría en poner a prueba una manguera de un kilómetro de longitud, sostenida por un gigantesco globo de helio. Una bomba transportaría unas cuantas docenas de litros de agua de un extremo a otro de la manguera para esparcirla como un rocío que se evaporaría antes de caer al suelo. El experimento se realizaría en una pista aérea abandonada en Norfolk, al este de Inglaterra, en el otoño de 2011.

A pesar de que el experimento no tendría ningún efecto discernible en el ambiente, el Grupo ETC comparó este experimento a un Caballo de Troya, que peligrosamente abriría la puerta a la aplicación de técnicas de Gestión de la Radiación Solar a gran escala. De hecho, en la página electrónica del experimento *SPICE* se exhibían, en ese momento, los diagramas y esquemas de una manguera de más de 20 kilómetros de longitud rociando un aerosol reflejante mucho más potente que el agua.<sup>71</sup>

Los “*SPICE Boys*”, como fueron llamados por el Grupo ETC, se presentaban ante muchos observadores como un alegre grupo de escolares divirtiéndose con juguetes de gran tamaño: “cuando estemos en aquel campo en Norfolk, todos los ingenieros brincarán de emoción porque habrán logrado algo sorprendente, la construcción de la más grande estructura existente en el planeta, y todos los científicos naturales dirán: ‘mierda, estamos a un paso de hacer algo completamente descabellado’”, dijo un científico del proyecto al científico social Jack Stilgoe, quien siguió de cerca todo el proceso del experimento *SPICE*.<sup>72</sup>

Esta actitud arrogante se manifestó también en otros aspectos del proceso. Por ejemplo, las especificaciones de la tecnología que sería probada eran arbitrarias: uno de los investigadores reconoció que en el diseño del tamaño de la manguera “decidimos por uno, porque es un número entero, y por kilómetro, porque es una unidad estándar”. Sin embargo, lo que les faltó de método científico lo compensaron ampliamente con su instinto teatral. En la evaluación de Stilgoe, los promotores del experimento calculaban que “incluso si el experimento en campo abierto no revelaría nada científicamente dramático, sí captaría

---

71. *Ibid.*, p. 2.

72. *Ibid.*, p. 1.



la atención del público”. De cualquier modo, ninguno de ellos anticipó el álgido debate que vendría.<sup>73</sup>

Poco después de la conferencia de prensa inicial, comenzó la reacción pública.<sup>74</sup> Una carta abierta firmada por 50 organizaciones de todo el mundo, solicitaron al gobierno británico y a los consejos de investigación científica desechar el experimento.<sup>75</sup> A ello siguió una controversia dirimida en la prensa. En una semana, los investigadores y los consejos científicos que los respaldaban tomaron la decisión de retrasarlo.

Los responsables del experimento SPICE declararon entonces a los medios que la prueba se había retrasado no por la indignación pública, sino por un conflicto de interés: habían descubierto que dos científicos del proyecto no dijeron que tenían solicitudes de patentes para tecnologías similares, antes de que el experimento fuera propuesto.<sup>76</sup> Esto se comunicó a los consejos científicos, quienes tomaron su decisión —según el recuento de Stilgoe— “antes de recibir la carta de las organizaciones de la sociedad civil”. No obstante, parece poco plausible que la crítica pública no tuviera relevancia alguna en la decisión de suspender el experimento. En abril de 2012 el experimento se canceló permanentemente.

Al otro lado del mar, el conocido promotor de la geoingeniería David Keith, lanzó duras críticas sobre el experimento SPICE: “Personalmente, nunca entendí cuál era el objetivo del experimento”, dijo. “El único objetivo del experimento era encontrar un medio técnico para abaratar el transporte de materiales a la estratósfera, pero es no es uno de los problemas que tenemos. Todos los problemas en gestión de la

---

73. *Ibid.*, p. 154.

74. *Ibid.*, p. 157. Stilgoe indica que el evento para la prensa pudo ser incluso más llamativo: “una ronda de discusiones y ediciones bajó el tono de la primera versión del comunicado de prensa que enfatizaba la novedad y la excitación generada por las tecnologías de geoingeniería... pero era claro que los investigadores deseaban ‘estimular el debate público’”.

75. Grupo ETC, “Say No to the Trojan Horse: No SPICE in our skies say environmental justice groups”. Comunicado de prensa del Grupo ETC, 27 de septiembre de 2011. Disponible en: <http://www.etcgroup.org/content/say-no-trojan-hose>.

76. Erin Hale, “Geoengineering experiment cancelled due to perceived conflict of interest”. *The Guardian*, 16 de mayo de 2012. Disponible en: <https://www.theguardian.com/environment/2012/may/16/geoengineering-experiment-cancelled>.

radiación solar se refieren a su control y a los riesgos ambientales que conlleva, no a cuánto cuesta. Desde mi punto de vista fue una manera muy equivocada de iniciar un experimento”.<sup>77</sup> Una preocupación adicional fue el hecho de que las reacciones negativas al experimento SPICE amenazarían las investigaciones y los experimentos posteriores en geoingeniería.

El equipo del experimento SPICE intentó seguir su investigación, esta vez, “desacelerada por la carga administrativa de afrontar el colapso del experimento propuesto”.<sup>78</sup> Al final, los investigadores parecen haber entendido la enormidad y la controversia del proyecto en que se embarcaron. Uno de ellos admitió a Stilgoe que el experimento parecía “estar abriendo las puertas de algo más”. Otro miembro del equipo confesó: “Estoy totalmente de acuerdo con las preocupaciones del público. Nosotros no habíamos pensado ni mucho menos hablado de ellas”.<sup>79</sup>

## ESTUDIO DE CASO VII: SCOPEx: INYECCIÓN ESTRATOSFÉRICA DE AEROSOLES

El líder entre los que promueven la geoingeniería solar es el canadiense David Keith, actualmente adscrito a la Universidad de Harvard. Keith ha sido la cara más pública de esta propuesta, llegando incluso a aparecer en el conocido programa de entrevistas de Stephen Colbert, quien se burló abiertamente de las ideas de Keith: “¿Cubrir la Tierra con ácido sulfúrico?” ¿Será que hay alguna posibilidad de que nos salga el tiro por la culata?”

Además de fungir frecuentemente como vocero público, Keith es un promotor de amplio espectro: al mismo tiempo es inversionista, cabildero ante los gobiernos y administrador —junto con Ken Caldeira—, de un fondo multimillonario para la geoingeniería aportado por Bill Gates a la Universidad de Harvard. Además, comisionó a una empresa

---

77. David Keith, entrevistado en el programa de televisión *Hard Talk*, Canal de Noticias de la BBC, 4:30AM, 14 de noviembre de 2011, citado en Stilgoe, *Experimental Earth*, *op. cit.*, p. 163.

78. Jack Stilgoe, *Experimental Earth...*, *op. cit.*, pp. 36-37.

79. *Ibid.*, p. 166.

aeroespacial estadounidense para realizar un estudio que argumentara sobre la factibilidad del despliegue a gran escala de las tecnologías de geoingeniería solar.

En 2012 se divulgó la noticia de que Keith y el ingeniero James Anderson, también de Harvard, planeaban su primer experimento en geoingeniería solar. Éste involucraría la liberación de partículas en la atmósfera desde un globo que ascendería a poco más de 24 mil metros de altitud sobre Fort Sumner, Nuevo México. Declararon que su objetivo era medir los impactos en la química del ozono de la liberación de decenas o cientos de kilogramos de sulfato, y hacer pruebas para saber qué medida de las partículas es la adecuada.

El anuncio de este experimento vino poco después de que el gobierno británico hiciera público un experimento financiado con fondos del propio gobierno para probar una manguera sostenida por un globo que esparcirían agua en el cielo, llamado Inyección Estratosférica de Partículas para la Ingeniería del Clima (SPICE, por sus siglas en inglés, Estudio de caso VI), que fue cancelado poco después, debido a que provocó indignación internacional.<sup>80 81</sup> Keith lamentó su suerte: “Desearía que hubieran realizado de mejor manera el proceso, porque los que se oponen a todos los experimentos considerarán la cancelación de ese experimento una victoria e intentarán detener otros experimentos también”.<sup>82</sup>

Después de que los medios hicieron público el experimento propuesto por Keith, también fue suspendido y Keith decidió dedicar sus energías a construir una nueva encarnación del proyecto. A inicios de 2017, Keith lanzó el Programa de Investigación en Geoingeniería Solar

---

80. Grupo ETC y Econexus, “Say No to the “Trojan Hose”. *Geoengineering Monitor*, 27 de septiembre de 2011. Disponible en: <http://www.geoengineeringmonitor.org/2011/09/2420/>.

81. Erin Hale, “Geoengineering experiment cancelled due to perceived conflict of interest”. *The Guardian*, 16 de mayo de 2012. Disponible en: <https://www.theguardian.com/environment/2012/may/16/geoengineering-experiment-cancelled>.

82. Martin Lukacs, “US geoengineers to spray sun-reflecting chemicals from balloon”. *The Guardian*, 17 de julio de 2012. Disponible en: <https://www.theguardian.com/environment/2012/jul/17/us-geoengineers-spray-sun-balloon>.

(Geoengineering Research Program), de Harvard, financiado con 20 millones de dólares aportados por varios multimillonarios y fundaciones privadas.<sup>83</sup>

Junto con otros ingenieros e investigadores, Keith ha propuesto una serie de experimentos de campo, algunos para probar la eficacia y los riesgos de la geoingeniería y otros más para desarrollar tecnologías para su despliegue a gran escala.<sup>84</sup> El más cercano a ejecución es el llamado Experimento de perturbación estratosférica controlada (SCoPEX), que sería realizado con Frank Keutsch, profesor de ciencias atmosféricas de Harvard. El experimento tiene como objetivo comprender la microfísica de la introducción de partículas en la estratósfera para calcular mejor los impactos de este tipo de geoingeniería, entre los que se incluye la posible destrucción de la capa de ozono. Su primer plan contemplaba el esparcimiento de partículas de agua desde un globo a 20 kilómetros de altura sobre la Tierra, para crear una enorme columna de hielo que sería estudiada en vuelo desde un globo de observación. Posteriormente, buscarían replicar el experimento con piedra caliza o carbonato de calcio y sulfatos. Todo esto, antes de 2022.

---

Junto con otros ingenieros e investigadores, Keith ha propuesto una serie de experimentos de campo, algunos para probar la eficacia y los riesgos de la geoingeniería y otros más para desarrollar tecnologías para su despliegue a gran escala. El más cercano a ejecución es el llamado experimento de perturbación estratosférica controlada (SCoPEX).

---

83. "Harvard's Solar Geoengineering Research Program". Universidad de Harvard. Último acceso: 29 de octubre de 2017. <https://geoengineering.environment.harvard.edu/about/funding>.

84. David W. Keith *et al.*, "Field experiments on solar geoengineering: report of a workshop exploring a representative research portfolio". *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 372, n. 20131, diciembre de 2014. Disponible en: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/372/2031/20140175>.

En esta ocasión, David Keith se está protegiendo políticamente: declara que el proyecto está desarrollando un proceso de consulta independiente para obtener apoyo amplio de la sociedad civil. Todo este esfuerzo apunta a mantener vigente la agenda de largo plazo de los geoingenieros, que consiste en la construcción lenta y cuidadosa de una legitimidad pública —en los medios, en los principales cuerpos científicos y en las instituciones encargadas de la gobernanza regional y global— para los experimentos a gran escala (que en última instancia conducirán al despliegue completo) de la geoingeniería solar.

### **ESTUDIO DE CASO VIII: BLANQUEAMIENTO DE NUBES MARINAS, EN LA BAHÍA DE MONTEREY, CALIFORNIA**

La teoría detrás del blanqueamiento de las nubes es engañosamente simple: modificar la composición de las nubes marinas para hacerlas más blancas al rociarles agua de mar. Teóricamente, la inyección de agua salada incrementa sus “núcleos de condensación”, haciéndolos más pequeños y más reflejantes. Hasta 25% de los océanos del mundo está cubierto por delgadas nubes estratocúmulos de baja altura (menos de dos mil 400 metros). El blanqueamiento de las nubes es otra técnica de gestión de la radiación solar, y como todas las técnicas de este tipo, podría reducir la temperatura de la atmósfera y de los océanos, pero no reduciría la concentración de los gases de efecto invernadero. Sus proponentes imaginan una gran flota de navíos no tripulados que extraerían agua del mar y rociarían una niebla hacia las nubes en el cielo.

Los más prominentes defensores del blanqueamiento de nubes son John Latham del Centro Nacional de Investigación Atmosférica (NCAR), de la Universidad de Colorado, Estados Unidos, y Stephen Salter, de la Universidad de Edimburgo, este último, famoso por inventar el “Pato de Salter”, un instrumento con forma de pato que flota en el océano para, teóricamente, convertir la energía de las olas en energía utilizable (este instrumento nunca se ha probado a gran escala). Otro proponente, Phil Rasch, del Laboratorio Nacional del Pacífico Noroeste, argumenta que, con base en modelos “muy artificiales” que asumen “núcleos perfectos de condensación de las nubes”, los ingenieros podrían reducir el calen-

tamiento hasta en tres watts por metro cuadrado, siempre que sembraran las nubes que cubren entre una cuarta parte y la mitad del océano planetario.<sup>85</sup>

El primer gran experimento en campo abierto debía ser supervisado por la empresaria de Silicon Valley, Kelly Wanser, quien administraba entonces el proyecto *Silver Lining* en San Francisco. David Keith y Ken Caldeira canalizaron un financiamiento del fondo FICER de Bill Gates<sup>86</sup> para el líder del proyecto, Armand Neukerman, el inventor de las primeras impresoras de inyección de tinta, quien trabajó en los Laboratorios Xerox y Hewlett Packard. El objetivo de Neukerman es desarrollar el atomizador para los navíos que se encargarían de disparar las minúsculas partículas de agua salada hacia las nubes, a un ritmo de billones por segundo. El atomizador tendría que emitir partículas suficientemente pequeñas (entre 0.2 y 0.3 micrómetros) para elevarlas y dejarlas suspendidas en el aire. En 2010, Wanser anunció un experimento de gran escala que emplearía 10 naves que recorrerían una superficie de diez mil kilómetros cuadrados de océano a lo largo de tres o cuatro años.

Sin embargo, después de que los medios informaron del experimento, incluyendo el involucramiento de Bill Gates en el financiamiento del trabajo de Neukerman, todo rastro del proyecto y sus colaboradores científicos desapareció de la página electrónica del proyecto *Silver Lining*.<sup>87</sup>

Unos años después, el proyecto resurgió bajo el nombre de “Proyecto de blanqueamiento de nubes marinas” (Marine Cloud Brightening

---

85. P. Rasch, C-C (Jack) Chen y John Latham, “Global Temperature Stabilization via Cloud Albedo Enhancement Geoengineering Options to Respond to Climate Change (Response to National Academy Call)”. 2009. Disponible en: [https://cienciaescolar.files.wordpress.com/2009/10/latham\\_national\\_academy\\_geoengineering.pdf](https://cienciaescolar.files.wordpress.com/2009/10/latham_national_academy_geoengineering.pdf).

86. Este fondo se formó con un obsequio de Bill Gates a la Universidad de Harvard. “Fund for Innovative Climate and Energy Research”. The Keith Group, Universidad de Harvard. Último acceso: 29 de octubre de 2017. <https://keith.seas.harvard.edu/FICER>.

87. “Geoengineering Experiments Contested at UN Meeting in Nairobi: As Huge Cloud-Whitening Experiment goes Public, Global Coalition Urges an Immediate Halt to Geoengineering”. Comunicado de prensa del Grupo ETC, 10 de mayo de 2012. Disponible en: <http://www.etcgroup.org/content/geoengineering-experiments-contested-un-meeting-nairobi>.

Project), aún con Kelly Wanser como directora ejecutiva. Como estrategia mediática, se han concentrado en la evocación de un conjunto de imágenes de inofensivos ingenieros retirados jugando en sus laboratorios, en vez de irse al campo de golf, haciendo referencia a sí mismos como “el resquicio de esperanza” (significado de la expresión *Silver Lining*).<sup>88</sup> Thomas Ackerman, un científico de la Universidad de Washington y uno de los formuladores de la teoría del invierno nuclear, se unió al proyecto como investigador principal.

Bajo el auspicio de la Universidad de Washington, su primer experimento en tierra firme está programado para realizarse en Moss Landing, en la bahía de Monterey, California. Ahí se instalarían atomizadores en la costa y rociarían las nubes a su paso, observando si éstas fueron blanqueadas, mientras una serie de sensores en tierra estimarían si ello condujo a la disminución de la radiación solar entrante. Los investigadores del proyecto ya realizaron pruebas en un túnel de viento de un prototipo de atomizador en el área de la bahía de San Francisco, en 2015. También han aparecido informes respecto a que Kelly Wanser busca contratar a un experto en relaciones públicas para el experimento en la bahía de Monterey, claramente con el propósito de no repetir el fiasco mediático del proyecto *Silver Lining*, que se dijo incluso molestó al propio Bill Gates. El plan es trasladar la experimentación al mar, para propagar las gotitas de agua desde un pequeño barco.<sup>89</sup> El experimento en tierra, inicialmente programado para el verano de 2017, se ha pospuesto por falta de financiamiento.

El Ocean Technology Group de la Universidad de Sydney, Australia, también está proponiendo experimentos de blanqueamiento de nubes marinas como medida que supuestamente podría salvar la Gran Barrera de Coral del proceso de blanqueo debido al de la temperatura

---

88. Lisa M. Krieger, “Cloud brightening experiment tests tool to slow climate change”. The Mercury News, 11 de julio de 2015. Disponible en Internet: <http://www.mercurynews.com/2015/07/11/cloud-brightening-experiment-tests-tool-to-slow-climate-change/>.

89. Hannah Hickey, “Could spraying particles into marine clouds help cool the planet?” *UW News*, 25 de julio de 2017. Disponible en: <http://www.washington.edu/news/2017/07/25/could-spraying-particles-into-marine-clouds-help-cool-the-planet/>.

marina. Kathy Wanser menciona constantemente este proyecto en los medios de comunicación.<sup>90</sup>

Steven Salter también ha promovido la siembra de nubes sobre las islas Faroe (Dinamarca). La idea sería establecer atomizadores en las islas y rociar las nubes en su paso hacia el Ártico, para protegerlo del derretimiento. No existen indicios de que este experimento esté avanzando.

---

90. Fiona Ellis-Jones, "Great Barrier Reef: Making clouds brighter could help to curb coral bleaching, scientists say". *ABC News*, 25 de abril de 2017. Disponible en: <http://www.abc.net.au/news/2017-04-25/cloud-brightening-could-help-cool-great-barrier-reef/8469960>. Ver también Alister Doyle, "Scientists dim sunlight, suck up carbon dioxide to cool planet". *Reuters*, 26 de julio de 2017. Disponible en: <https://www.reuters.com/article/us-climatechange-geoengineering/scientists-dim-sunlight-suck-up-carbon-dioxide-to-cool-planet-idUSKBN1AB0J3>.





# CAPÍTULO IV

*Argumentos contra la geoingeniería*

Aunque cada tecnología de geoingeniería tiene problemas específicos que se detallan en este informe, todas comparten riesgos comunes y generan serias preguntas sobre su equidad y justicia. Los problemas van desde la ecología hasta la sociedad, las economías y la política.

## **MEGA ESCALA**

Para que cualquier tecnología de geoingeniería tenga impacto en el clima planetario deberá ser desplegada a mega escala. Las consecuencias no previstas de su despliegue serían globales y necesariamente transfronterizas.

## **NO CONFIABLE Y DE ALTO RIESGO**

La geoingeniería pretende intervenir en sistemas dinámicos poco comprendidos. Dadas las complejidades del clima global, existen infinidad de maneras en que las intervenciones podrían salir mal, por ejemplo: por falla mecánica, error humano, conocimiento incompleto e información insuficiente sobre el clima; por efectos sinérgicos impredecibles, por fenómenos naturales que podrían incrementar, disminuir o alterar los efectos deseados de la geoingeniería (como erupciones volcánicas, terremotos, tsunamis); por impactos transfronterizos, cambios en los

regímenes políticos, falta de recursos, entre muchos otros. Reparar un despliegue fallido de geoingeniería podría incluso empeorar la crisis climática. No existe un nivel de precisión, planeación o modelación que pueda predecir con exactitud el resultado, ni a corto ni largo plazo.

## RIESGOS AMBIENTALES

Todas las técnicas de geoingeniería tienen potenciales impactos ambientales negativos. Por ejemplo, la fertilización oceánica altera la cadena alimenticia marina, puede producir florecimientos de algas dañinas y anoxia (ausencia de oxígeno) en algunas capas marinas.<sup>1</sup> El despliegue de técnicas de bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS) implica el acaparamiento de tierras, agua y nutrientes con sus correspondientes “desplazamientos masivos de tierra y personas, con implicaciones globales para el abasto de alimentos, el derecho a la tierra y la justicia ambiental”.<sup>2</sup>

Con las técnicas de gestión de la radiación solar (GRS) no es posible estar seguros de los efectos en la biodiversidad de los ecosistemas ya que creará un balance (o desbalance) ecológico totalmente nuevo.<sup>3</sup> La energía de la luz solar es un recurso esencial para la vida en el planeta y se vincula estrechamente a las algas del océano que producen la mayor parte del oxígeno del planeta. Esta actitud peligrosamente reduccionista disecciona el mundo entre entidades almacenadoras de carbono o reflejantes de luz. La geoingeniería es incapaz de apreciar integralmente los sistemas ecológicos y por lo tanto es ciega a los severos daños que podría infligir sobre los ecosistemas y las comunidades humanas.

- 
1. Aaron Strong et al., “Ocean fertilization: time to move on”. *Nature*, v. 461, n. 17, septiembre de 2009.
  2. Silke Beck y Martin Mahony, “The IPCC and the politics of anticipation”. *Nature Climate Change*, v. 7, n. 5, abril de 2017.
  3. Alan Robock, “Albedo enhancement by stratospheric sulfur injections: More research needed”. *Earth’s Future*, v. 4, n. 12, 18 de diciembre de 2016, pp. 644-648. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2016EF000407/full>.

## IRREVERSIBILIDAD

Los científicos del clima a menudo hacen referencia a los puntos climáticos de no retorno ocasionados por el cambio climático (por ejemplo, es improbable que con “emisiones negativas” se vuelva a congelar el Ártico). De modo similar, la aplicación de tecnologías de geoingeniería podría, en sí misma, ser irreversible por la escala requerida y, en muchos casos, por la propia naturaleza de sus tecnologías. Los daños a los ecosistemas y a los pueblos —muchos de los cuales se describen en el siguiente párrafo— podrían ser irreversibles. Una vez que iniciáramos el enfriamiento artificial del planeta mientras continuamos emitiendo gases de efecto invernadero, no podríamos detenernos.<sup>4</sup> Como explica Alan Robock respecto a la gestión de la radiación solar (GRS o SRM en inglés), “No sabemos qué tan rápidamente los científicos y los ingenieros podrían terminar un sistema de geoingeniería o contener sus impactos [...]. Una vez que pongamos aerosoles en la atmósfera no podremos removerlos”.<sup>5</sup> La cancelación súbita de GRS ocasionaría aumentos en la temperatura y efectos de retroalimentación que podrían ser incluso más difíciles de enfrentar que el efecto climático que se pretendía atacar. Raymond Pierrehumbert, catedrático de física de la Universidad de Oxford, lo expresa de este modo: “Si la inyección de partículas se detuviera en algún momento, las partículas se precipitarían más o menos en un año, y el mundo sufriría el pleno impacto de un nuevo aumento del calentamiento global en aproximadamente una década, un fenómeno denominado ‘shock de terminación’. En otras palabras, una vez que has iniciado la modificación del albedo, necesitas seguirlo haciendo para siempre”.<sup>6</sup>

---

4. Raymond T. Pierrehumbert, “The Trouble with Geoengineers ‘Hacking the Planet’”. *Bulletin of the Atomic Scientists*, Analysis, 23 de junio de 2017.

5. Alan Robock, “20 Reasons Why Geoengineering May Be A Bad Idea”. *Bulletin of the Atomic Scientists*, v. 2, n. 2, junio de 2008, p. 17.

6. Raymond T. Pierrehumbert, “The Trouble with Geoengineers ‘Hacking the Planet’”. *Bulletin of the Atomic Scientists*, Analysis, 23 de junio de 2017. El contra-argumento —el que plantea que podríamos sobrevivir el shock terminal— no convence. Véase la discusión sobre el shock terminal en el capítulo 2 de este informe.

## INEQUIDAD Y EXACERBACIÓN DE LOS DESEQUILIBRIOS EN EL PODER GLOBAL

Los países poderosos y las corporaciones que son actual e históricamente los principales emisores de gases de efecto invernadero son también la sede de las organizaciones y universidades que están más activas invirtiendo en investigación para el desarrollo de la geoingeniería y todo lo relacionado con su propiedad intelectual.<sup>7</sup> Estas naciones también dominan la política ambiental internacional. Sin embargo, es muy posible que los impactos negativos de diversas tecnologías de geoingeniería, afecten principalmente al Sur global.<sup>8</sup> Dejar a los contaminadores a cargo de la solución del cambio climático significa seguir desestimando los intereses de los pueblos marginados y oprimidos. La perspectiva de un eventual control global de las temperaturas impone serias preguntas en relación con el poder y la justicia. ¿A quién corresponde controlar el termostato de la Tierra? ¿Qué intereses serán favorecidos? ¿Quién tomará la decisión de desplegar estas tecnologías si en algún

---

7 Paul Oldham *et al.*, “Mapping the landscape of climate engineering”. *Phil. Trans. R. Soc. A.*, v. 372, 2014.

8 S. Tilmes *et al.*, “The hydrological impact of geoengineering in the Geoengineering Model Intercomparison Project (GeoMIP)”. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, 2013, pp. 11,036–11,058. Este estudio predice un “considerable debilitamiento del ciclo hidrológico en un mundo intervenido con geoingeniería”. Véase también J.M. Haywood *et al.*, “Asymmetric forcing from stratospheric aerosols impacts Sahelian rainfall” *Nature Climate Change* 3, 2013, pp. 660–665. Este estudio concluye: “Se requieren detallados estudios adicionales sobre los impactos regionales en la región del Sahel y otras zonas vulnerables, para informar a los tomadores de decisiones...”. Por su parte, el estudio de Kleidon y M. Renner, “Thermodynamic limits of hydrologic cycling within the Earth system”. *Earth Syst. Dynam.*, v. 4, 2013, 455-465, concluye: “La GRS resultará en diferencias sustanciales en el transcurso de los ciclos hidrológicos, debido a diferencias en sensibilidades”. Angus J. Ferraro *et al.*, “Weakened tropical circulation and reduced precipitation in response to geoengineering”. *Environ. Res. Lett.*, 9, 2014, 014001, concluye que “la geoingeniería con aerosoles estratosféricos de azufre no mitiga el debilitamiento de la circulación [tropical]” proyectada con el calentamiento global antropogénico. Jones *et al.*, “The impact of abrupt suspension of solar radiation management (termination effect) in experiment G2 of the Geoengineering Model Intercomparison Project (GeoMIP)”. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 118, 2013, 9743–9752, concluye que “los modelos concuerdan en un rápido aumento de la temperatura global promedio después de la terminación, acompañada por incrementos en la tasa de precipitación media global y la reducción de la cobertura de hielo en los océanos”.

momento se consideran técnicamente viables? Los gobiernos no han podido colaborar democráticamente para acordar un protocolo global y jurídicamente vinculante sobre el cambio climático, que considere una distribución equitativa de las responsabilidades. El Acuerdo de París parecía ser un paso en esa dirección, pero sólo unas cuantas semanas después de haber entrado en vigor, el país con las mayores emisiones históricas (Estados Unidos) se retiró de él. Es difícil imaginar que los gobiernos tendrán un mejor desempeño cuando lo que esté en la mesa de discusión sea la geoingeniería. De hecho, si hubiera sido posible alcanzar un acuerdo internacional vinculante, sostenido y democrático sobre el cambio climático, no estaríamos enfrentando hoy el fantasma de la geoingeniería.

## INJUSTICIA INTERGENERACIONAL

La idea de que la geoingeniería será capaz de “comprarnos tiempo” para transitar hacia políticas de bajas emisiones de carbono en las próximas décadas es poco realista, e impone una carga excesiva e injusta sobre las futuras generaciones. Por ejemplo, la perspectiva de disponer de tecnologías de “emisiones negativas”, que ni siquiera existen aún, y su eficacia y viabilidad están muy lejos de ser probadas, ya ha provocado un retraso en las reducciones de emisiones reales, tan urgentemente necesarias. En el (probable) evento de que estas “tecnologías fantasmas” fracasaran en lograr sus objetivos, las generaciones futuras tendrán que enfrentar las consecuencias. Debido a esta realidad, algunos científicos del clima consideran a las tecnologías de emisiones negativas una “apuesta riesgosa e injusta”.<sup>9</sup> No podemos condenar a nuestros hijos y nietos a ser rehenes de la geoingeniería o víctimas de un clima aún más adverso porque pusimos nuestra fe en tecnologías fantasiosas que se supone existirían “en el futuro”.

---

9. Kevin Anderson y Glen Peters, “The trouble with negative emissions”. *Science*, v. 354, n. 630, 14 de octubre de 2016, pp. 182-183. Disponible en: <http://smartstones.nl/wp-content/uploads/2016/12/Kevin-Anderson-2016.10.13-the-Trouble-with-Negative-Emissions-Science-2016.pdf>.

## JUSTIFICACIÓN PARA LA INACCIÓN CLIMÁTICA

Si bien muchos promotores de la geoingeniería sostienen que ésta no debe excluir acciones urgentes para enfrentar el cambio climático, el hecho es que la geoingeniería ofrece “una mentira cómoda” para beneficio de quienes niegan el cambio climático, e incluso para los gobiernos que buscan evitar los costos políticos de la reducción de las emisiones de GEI. El desarrollo activo de herramientas y experimentos de geoingeniería propicia el retraso de las acciones para enfrentar el calentamiento global y ofrece una justificación para aminorar las restricciones que deberían imponerse a las industrias altamente emisoras de carbono. De hecho, algunas de las voces más estridentes que exigen más investigación para el desarrollo de la geoingeniería, provienen de los centros de difusión de las ideas neoconservadoras cercanos a la industria de los combustibles fósiles, los mismos centros que anteriormente promovían la negación del cambio climático (como el Copenhagen Consensus Center de Bjorn Lomborg y el American Enterprise Institute).<sup>10</sup>

---

La perspectiva de un eventual control global de las temperaturas impone serias preguntas en relación con el poder y la justicia. ¿A quién corresponde controlar el termostato de la Tierra? ¿Qué intereses serán favorecidos?

## ESPECULACIÓN CON EL CARBONO

No pocos geoingenieros tienen un interés comercial en las técnicas de geoingeniería. Varios de ellos solicitaron o tienen patentes y algunos buscan activamente el establecimiento de tecnologías de geoingeniería como categorías elegibles para los mercados de carbono. Es dura la

---

10. Grupo ETC, Geopiratería. Argumentos contra la geoingeniería. Comunicó n. 103, 24 de noviembre de 2010. Disponible en: [http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/Geopiracy\\_Spanish\\_4webNov25.pdf](http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/Geopiracy_Spanish_4webNov25.pdf).



competencia en las oficinas de patentes entre aquellos que piensan que ya tienen el “arreglo” planetario para la crisis climática. La noción de un monopolio privado que controle los “derechos” a manipular el clima es terrorífica.<sup>11</sup>

## CONVERGENCIA DE TECNOLOGÍAS EMERGENTES DE GRAN ESCALA

La geoingeniería ayuda y se aprovecha de la proliferación de otras tecnologías para intervenir los sistemas planetarios, tecnologías disruptivas que empresas transnacionales poseen y controlan. Por ejemplo, las estrategias de “forestación” dependen de plantaciones de monocultivo de árboles genéticamente modificados, y aquellos que trabajan en la “ampliación o mejora” de las propiedades fotosintéticas de cultivos, dependen de la biología sintética.<sup>12</sup> Se necesita el manejo masivo de datos (*big data*) sobre el clima para registrar el CO<sub>2</sub> removido de la atmósfera así como la luz solar que entró. Recientemente, los geoingenieros desarrollaron un algoritmo especializado para el despliegue de la gestión de la radiación solar y concluyeron que los algoritmos eran más capaces que los seres humanos de determinar los sitios óptimos para la inyección de aerosoles y las dosis de dióxido de azufre.<sup>13</sup> Con la convergencia de la geoingeniería, la inteligencia artificial, la biología sintética y la minería de datos, la gobernanza democrática sobre las

---

11. Paul Oldham *et al.*, “Mapping the landscape of climate engineering”. *Phil. Trans. R. Soc. A.*, v. 372, 2014. Disponible en: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/372/2031/20140065>.

12. Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll, *Pasándose de listos con la naturaleza. Biología sintética y agricultura climáticamente inteligente*. *Comuniqué*, n. 114, 8 de diciembre de 2015, pp. 6-9. Disponible en: [http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/csa\\_us\\_esp\\_v6\\_4web.pdf](http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/csa_us_esp_v6_4web.pdf).

13. Laura Snider, “New approach to geoengineering simulations is a significant step forward”. *AtmosNews*, NCAR/UCAR, 6 de noviembre de 2017. Disponible en: <https://www2.ucar.edu/atmosnews/news/129835/new-approach-geoengineering-simulations-significant-step-forward>.

tecnologías retrocederá aún más, ante la emergencia de nuevos intereses corporativos y la justificación de supuestos arreglos tecnológicos para el cambio climático.

## CONTROL GLOBAL

La geoingeniería volvería al mundo dependiente de la “regulación” del clima global por parte de élites tecnocráticas, complejos militares industriales y empresas transnacionales. El despliegue de la geoingeniería y su posible perpetuación a lo largo de siglos requeriría una vigilancia constante y universal del comportamiento del clima y de los otros sistemas planetarios. Todos los seres vivos de la Tierra estaríamos sometidos al imperativo del almacenamiento del carbono o del bloqueo de la luz solar entrante, y el desempeño de las técnicas sería supervisado y controlado por geoingenieros. El discurso de la “emergencia climática” ha contribuido a generar una doctrina sobre la supuesta inevitabilidad de la geoingeniería. Esta especie de “doctrina del shock”<sup>14</sup> sirve para anular las preocupaciones públicas respecto a la geoingeniería, imponiendo al mundo la presión para que acepte remiendos tecnológicos a gran escala que conllevan riesgos y consecuencias inaceptables. Más que un intento por resolver la crisis climática, la geoingeniería es un asalto de poder y control globales.

Balazo: Esta especie de “doctrina del shock” sirve para anular las preocupaciones públicas respecto a la geoingeniería, imponiendo al mundo la presión para que acepte remiendos tecnológicos a gran escala que conllevan riesgos y consecuencias inaceptables. Más que un intento por resolver la crisis climática, la geoingeniería es un asalto de poder y control globales.

---

14. Naomi Klein, *The Shock Doctrine: The Rise of Disaster Capitalism*, Toronto: Penguin Random House of Canada, 2007. [Existe edición en español: Naomi Klein, *La doctrina del shock. El auge del capitalismo del desastre*. Barcelona, Paidós, 2010].

## LA GEOINGENIERÍA COMO ARMA

Los precedentes históricos de considerar al clima como arma de guerra y las implicaciones en este sentido que tiene la geoingeniería a menudo se obvian o se niegan intencionalmente.<sup>15</sup> Las expediciones clandestinas de siembra de nubes realizadas por el ejército de Estados Unidos durante la guerra contra Vietnam condujeron al tratado ENMOD, el cual prohíbe el uso hostil del clima.<sup>16</sup> Las agencias de defensa en Estados Unidos y en otros países han ponderado las posibilidades de la manipulación del clima como arma durante décadas. El objetivo declaradamente público de las tecnologías de geoingeniería es “combatir el cambio climático”, pero la geoingeniería se presta a usos duales. Como lo explica el historiador James Fleming, si alguien consigue el control del termostato de la Tierra, la tecnología podrá y será usada para obtener ventaja militar y geopolítica.<sup>17</sup>

## VIOLACIÓN DE ENMOD

El despliegue de la geoingeniería constituiría una violación de varios tratados y resoluciones de la Organización de las Naciones Unidas, incluyendo el tratado ENMOD, el Convenio sobre Diversidad Biológica y el Convenio y Protocolo de Londres.<sup>18</sup> Los promotores de la geoingeniería han trabajado sistemáticamente en socavar y deslegitimar las decisiones vigentes y presionan por el establecimiento de directrices voluntarias para la investigación, en vez de establecer mecanismos de gobernanza y rendición de cuentas multilaterales y amplios. Si su actitud es ignorar las decisiones y acuerdos multilaterales actualmente

---

15. La notable excepción es James Rodger Fleming, *Fixing the Sky: The Checkered History of Weather and Climate Control*. Nueva York: Columbia University Press, 2010.

16. ENMOD es un tratado internacional que entró en vigor en 1978 y prohíbe el uso militar u hostil de técnicas de modificación climática. Ver el capítulo 1.

17. James Rodger Fleming, *Fixing the Sky: The Checkered History of Weather and Climate Control*. Nueva York: Columbia University Press, 2010.

18. Ver el Capítulo 6.

vigentes, ¿cómo podríamos esperar que en el futuro respeten alguna decisión que no les guste?

---

Los promotores de la geoingeniería alegan que su despliegue puede ser menos riesgoso que el cambio climático galopante. Sin embargo, esta es una falsa disyuntiva. La legitimación de la geoingeniería como respuesta al cambio climático debilita y distrae de los esfuerzos por adoptar los cambios sistémicos radicales que pueden responder eficazmente a la crisis climática al tiempo que lograr justicia climática.

## **DESVÍO DE RECURSOS DE FINANCIAMIENTO Y DE ESFUERZOS DE INVESTIGACIÓN PARA SOLUCIONES REALES**

Los promotores de la geoingeniería alegan que su despliegue puede ser menos riesgoso que el cambio climático galopante. Sin embargo, esta es una falsa disyuntiva. La legitimación de la geoingeniería como respuesta al cambio climático debilita y distrae de los esfuerzos por adoptar los cambios sistémicos radicales que pueden responder eficazmente a la crisis climática al tiempo que lograr justicia climática. Además, algunas tecnologías de geoingeniería operarán en sentido contrario a respuestas ya probadas para el cambio climático. Por ejemplo, las técnicas de gestión de la radiación solar reducirían la eficacia de las celdas solares. Necesitamos urgentemente la construcción de rutas reales, precautorias, ecológicas y justas para la mitigación y adaptación al cambio climático. Entre ellas, la drástica reducción de las emisiones de GEI en sus fuentes; la descarbonización de la economía global e investigación y apoyo a soluciones descentralizadas costeables y justas como la agroecología, el transporte público eficiente y generalizado y los sistemas de energías renovables de propiedad colectiva y pública, entre otras. Sin embargo, se invierte cada vez más dinero en la investigación en

geoingeniería; la geoingeniería es ya un tema transversal en los nuevos informes del IPCC y está captando la atención en diversos medios de comunicación y académicos. Imaginen cuánto podríamos avanzar si esos recursos se destinaran a la construcción de soluciones reales.

# CAPÍTULO V

*¿Quién está detrás de la geoingeniería?*

## VIEJOS FÓSILES, NUEVA PRESENTACIÓN

Las discusiones y la investigación sobre la manipulación tecnológica intencional del clima, (particularmente para usos hostiles) pueden rastrearse varias décadas atrás, especialmente en el sector militar, como el caso de la modificación climática que usó Estados Unidos contra el pueblo vietnamita durante la guerra de Vietnam.<sup>1</sup> En 1965, el Comité Científico Asesor del presidente de Estados Unidos advirtió, en un informe titulado *Restaurar la calidad de nuestro ambiente (Restoring the Quality of our Environment)*, que las emisiones de CO<sub>2</sub> estaban modificando el equilibrio de calor de la Tierra.<sup>2</sup> Ese informe, considerado el primer reconocimiento de alto nivel del calentamiento global, no recomendó la reducción de emisiones, sino diversas opciones de geoingeniería. Los autores del informe afirmaban: “la posibilidad de provocar deliberadamente cambios climáticos compensatorios... debe explorarse exhaustivamente”. Sugirieron también la dispersión de partículas reflejantes en los mares tropicales (a un costo de alrededor de 500 millo-

1. Grupo ETC, “Jugando con Gaia”, *Comuniqué*, n. 93, enero de 2007. Disponible en Internet: [http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/607/03/geoengineeringcom93\\_spanish.pdf](http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/607/03/geoengineeringcom93_spanish.pdf).
2. James Fleming, “The Climate Engineers”. *The Wilson Quarterly*, primavera de 2007. Disponible en: <http://archive.wilsonquarterly.com/essays/climate-engineers>.

nes de dólares anuales), que podría supuestamente inhibir la formación de huracanes. El Comité también especuló acerca del uso de las nubes para contrarrestar el calentamiento. Como irónicamente apunta el principal historiador de la modificación climática, James Fleming, el primer informe oficial en la historia sobre rutas para enfrentar el cambio climático “olvidó mencionar la opción más obvia: reducir el uso de combustibles fósiles”.<sup>3</sup>

Ambas tendencias —buscar la manipulación del clima con fines bélicos y evitar cuestionar a la industria de los combustibles fósiles y por tanto a la raíz de las causas del cambio climático— siguen estando entre las principales motivaciones subyacentes de la investigación sobre geoingeniería hasta la fecha.

En la última década se ha desarrollado un nuevo enfoque sobre la manipulación climática que pretende desviar la atención pública de su conexión militar, al tiempo que sostiene la idea de que la geoingeniería, a pesar de sus desventajas, podría ser un arreglo tecnológico del cambio climático si otras vías para enfrentar la crisis no son política o económicamente viables.

Un hito en este replanteamiento lo constituyó un artículo escrito en 2006 por el Premio Nobel Paul Krutzen, donde sugería bloquear la luz del sol con la inyección de partículas de azufre en la estratósfera para reducir la temperatura. No porque fuera el primero en hablar de ello, sino porque su imagen pública y su trayectoria científica dieron cierta legitimidad a la geoingeniería.<sup>4</sup> Irónicamente, Krutzen ganó el Premio Nobel debido a sus investigaciones acerca de la destrucción de la capa de ozono, un problema ambiental global que empeoraría si se inyectaran aerosoles de azufre en la estratósfera.<sup>5</sup>

---

3. James Rodger Fleming, *Fixing the Sky: The Checkered History of Weather and Climate Control*. Nueva York: Columbia University Press, 2010.

4. Paul J. Crutzen, “Albedo Enhancement by Stratospheric Sulfur Injections: A Contribution to Resolve a Policy Dilemma?” *Climatic Change*, v. 77, julio de 2006, pp. 211-19. Disponible en Internet: <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9101-y>.

5. Simone Tilmes, Rolf Müller y Ross Salawitch, “The sensitivity of polar ozone depletion to proposed geo-engineering schemes”. *Science Express*, 24 de abril de 2008. Disponible en: <https://www2.ucar.edu/atmosnews/news/942/stratospheric-injections-counter-global-warming-could-damage-ozone-layer>.



## “GEOCLIQUE”: LA CAMARILLA DE LA GEOINGENIERÍA

Dos de los científicos que habían estado reflexionando sobre la geoingeniería antes de Krutzen son Ken Caldeira del Instituto Carnegie de la Universidad de Stanford y David Keith de la Universidad de Calgary (ahora en Harvard). Caldeira trabajó hasta 2005 en el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore, una instalación de investigación en armas nucleares de la guerra fría. Ahí conoció a Lowell Wood, el inventor de la Iniciativa de Defensa Estratégica (popularmente conocida como la Estrategia de “Guerra de las Galaxias” o MAD: “Destrucción Mutua Asegurada”). No sorprendió a nadie que Wood se declarara entusiasta de la geoingeniería para todo tipo de propósitos, desde los militares hasta los climáticos. Aunque Caldeira se mostraba escéptico respecto a muchas de las ideas de Wood, terminó orientando su propia investigación hacia la geoingeniería.<sup>6</sup>

Más o menos en la misma época, Keith y Caldeira eran asesores de Bill Gates en el tema del cambio climático, y por ellos Gates se interesó en la geoingeniería. A partir de 2007 el empresario se transformó en el *padrino* de la geoingeniería, como lo denominó el periodista Oliver Morton.<sup>7</sup> Junto con Keith y Caldeira, Gates creó el Fund for Innovative Climate and Energy Research (Fondo para la Investigación Innovadora sobre Clima y Energía, FICER), con dinero de su fortuna personal que le donó primero a la Universidad de Calgary y después a la Universidad de Harvard.<sup>8</sup>

Keith y Caldeira financiaron sus respectivas investigaciones sobre geoingeniería con fondos de FICER pero también otorgaron financiamiento a otros investigadores fuera de sus instituciones. Así comenzó a consolidarse, alrededor de ellos, una red de investigadores en geoinge-

---

6. Oliver Morton, *Planet Remade: How Geoengineering Could Change the World*. Princeton: Princeton University Press, 2015, p. 152.

7. *Ibid.*, p. 156.

8. “Fund for Innovative Climate and Energy Research”. The Keith Group. Último acceso: 13 de noviembre de 2017. <https://keith.seas.harvard.edu/FICER>.

niería, que el periodista Eli Kintisch después llamaría “la camarilla de la geoingeniería” (*Geoclique*).<sup>9</sup>

Desde entonces el número de investigadores ha crecido, y los promotores de la geoingeniería dirían que “notablemente”. Sin embargo, el número de personas que dirigen la investigación, escriben y publican artículos —y también poseen las patentes sobre las tecnologías—, es aún muy pequeño y continúa siendo más o menos el mismo número de personas al que originalmente se denominó camarilla de la geoingeniería. Este grupo nodal se muestra claramente en el mapeo de la geoingeniería que realizaron Paul Oldham y sus colaboradores en 2014.<sup>10</sup>

## **LAS CAMARILLAS NO SON BUENAS PARA LA CIENCIA NI LA DEMOCRACIA**

---

“Aunque aún está en su etapa temprana, la membrecía de la geoingeniería crece en torno a una red de individuos con vínculos personales, institucionales y financieros. En el centro de la red se encuentra un par de científicos norteamericanos involucrados activamente en la investigación del tema: David Keith y Ken Caldeira.”

CLIVE HAMILTON, 2013

Como señala Clive Hamilton, existen muchos problemas asociados con esta camarilla, una especie de red incestuosa de investigadores con una marcada cultura tecnocrática estadounidense, que se han convertido

---

9. Eli Kintisch, *Hack the planet: Science's Best Hope —or Worst Nightmare— for Averting Climate Catastrophe*, Wiley, 2010.

10. Paul Oldham et al., “Mapping the Landscape of Climate Engineering”. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, v. 372, n. 2031, noviembre de 2014, pp. 1-20. Disponible en: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/372/2031/20140065#ref-28>.

en los referentes de la geoingeniería. En primer lugar, existen flagrantes conflictos de interés, pues se declaran “investigadores científicos” pero muchos de ellos poseen patentes y participación accionaria en empresas que obtendrían grandes ganancias si esas tecnologías se adoptaran y utilizaran. Puede ser que estén preocupados por el planeta, pero también actúan por interés propio. Por ejemplo, David Keith es el fundador y propietario de la empresa Carbon Engineering LTD, una empresa de captura directa de aire, en la que también es accionista Bill Gates. Clive Hamilton ofrece otros ejemplos:

“Además de asesorar a Gates y de disponer de sus fondos para investigación, Ken Caldeira está vinculado al empresario a través de una empresa conocida como Intellectual Ventures, creada por ex empleados de Microsoft y dirigida por Nathan Myhrvold, quién fue director en jefe de tecnología de Microsoft. Caldeira aparece en esta empresa como “inventor”. Lowell Wood, quien fuera mentor académico de Myhrvold, se retiró del laboratorio nacional Lawrence Livermore en 2007 para sumarse al equipo de Intellectual Ventures. Aquí Bill Gates también es socio inversionista. La empresa, cuyo lema es “los inventores tienen el poder de cambiar el mundo” desarrolló la tecnología “Stratoshield”, una manguera suspendida por globos en el cielo para rociar aerosoles sulfatados. Este dispositivo se vende como “un medio práctico y de bajo costo para revertir el catastrófico calentamiento del Ártico o del planeta entero”. Intellectual Ventures ha patentado varios conceptos de geoingeniería, incluyendo una bomba para llevar agua marina fría a la superficie del océano. Esa patente enlista a Caldeira, Myhrvold y a Bill Gates como inventores.”<sup>11</sup>

A pesar de los muchos conflictos de interés dentro de la camarilla, la mayoría de sus integrantes (y definitivamente Keith y Caldeira) han desempeñado un papel prominente en todos los mayores informes

---

11. Clive Hamilton, “How Bill Gates is engineering the Earth to resist climate change”. Crikey.com, 26 de febrero de 2013. Disponible en Internet: <https://www.crikey.com.au/2013/02/26/how-bill-gates-is-engineering-the-earth-to-resist-climate-change/>.

públicos sobre geoingeniería, como el informe de la Royal Society de 2009, los informes de las Academias Nacionales de Ciencias y del Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos, de 2015, y también en el informe NOVIM, que fue realizado con fondos privados, convocado por Steve Koonin, el entonces científico en jefe de la empresa petrolera BP. Este informe financiado por la industria petrolera también obtuvo fondos de FICER.<sup>12</sup>

Es aún más preocupante el hecho de que todos los integrantes de la camarilla han entrado en el IPCC como autores de varios informes sobre cambio climático, con el apoyo de Estados Unidos y otros gobiernos amantes del petróleo, obstaculizando que el Panel se allegue literatura crítica proveniente de otros círculos académicos, puesto que ellos son “los referentes” en el tema. Su cabildeo en el IPCC es particularmente notable en los nuevos informes que este órgano está produciendo, como el informe especial sobre el aumento de la temperatura a 1.5°C y el Sexto Informe Global de Evaluación (AR6), en el que el IPCC parece haber adoptado una posición muy sesgada a favor de la geoingeniería en vez de otras opciones posibles.

En este sentido, la camarilla de la geoingeniería parece haber logrado establecer su propia profecía autocumplida: ellos producen la literatura que el IPCC toma en consideración para determinar que el tema debe ser tomado en cuenta (“existe literatura científica sobre el tema”, dice el IPCC como una razón para integrar la geoingeniería a la agenda), entonces los miembros de la camarilla se convierten en los autores de los informes (¿quién más podría redactarlos?), y finalmente, evalúan su propio trabajo como revisores del IPCC, quedando todo en el mismo círculo, que “demuestra” que la geoingeniería es una opción.

Un segundo problema consiste en que los geoingenieros a menudo se arrojan ser expertos en muchos otros aspectos, además de los técnicos. Los integrantes de la camarilla afirman ser expertos *de facto* en temas sociales, económicos y políticos, incluyendo la crítica de sus propias propuestas. Como bien observa Hamilton,

---

12. The Keith Group, “Fund for Climate and Energy Research”.

“En el emergente campo de la geoingeniería los científicos han asumido un lugar privilegiado como asesores no sólo en materia técnica, sino sobre los acuerdos de gobernanza, las preocupaciones éticas y las negociaciones internacionales, a pesar de su falta de experiencia. Prueba de ello son los dos informes de la Royal Society (la Academia Nacional de Ciencias de Reino Unido) junto con varios otros informes sumamente influyentes escritos por grupos dominados por científicos.”<sup>13</sup>

## LITERATURA Y PATENTES: LOS DUEÑOS DE LA GEOINGENIERÍA

Las publicaciones relacionadas con la geoingeniería han aumentado consistentemente en la última década, pero ello no se debe a que cada vez más gente se interese en la manipulación climática. Pocos son los autores principales de la literatura sobre geoingeniería, todos pertenecientes a la “geoclique” o camarilla de la geoingeniería, mayoritariamente hombres blancos anglosajones y protestantes (los llamados WASP)<sup>14</sup>, cuyas investigaciones son predominantemente financiadas por unas cuantas agencias. Una clara mayoría de los autores y de los financiadores provienen de Estados Unidos y el Reino Unido, seguidos por China, Rusia y otros países europeos.

---

En ausencia de una estructura de gobernanza de las tecnologías de ingeniería del clima, como la gestión de la radiación solar (GRS), la investigación científica y la propiedad intelectual pueden, *de facto*, determinar el desarrollo de este campo. Por ello es importante visibilizar los patrones emergentes en la investigación y en las solicitudes de patentes.

---

13. Clive Hamilton, “Geoengineering and the Politics of Science”. *Bulletin of the Atomic Scientists*, v. 70, n. 3, mayo de 2014.

14. En inglés: WASP [White Anglo-Saxon Protestant].

Esta información emerge del análisis bibliométrico realizado por Paul Oldham, *et al.*<sup>15</sup> De acuerdo con su estudio, el aumento en la publicación de artículos fue en parte detonado por la publicación del documento de Paul Krutzen en 2006, que proponía bloquear la luz solar con partículas de azufre,<sup>16</sup> pero se ha incrementado notoriamente desde 2008. Los autores del estudio bibliométrico consideran que el aumento de publicaciones es una respuesta al debate que se inició al mismo tiempo en el Convenio sobre Diversidad Biológica, en el Convenio de Londres y al interior de la sociedad civil.<sup>17</sup>

El estudio identificó un conjunto de 825 publicaciones científicas sobre ingeniería del clima entre 1971 y 2013, la mayoría de ellas sobre remoción de dióxido de carbono, pero también un número significativo de propuestas de gestión de la radiación solar. Las instituciones más activas en publicar investigaciones sobre geoingeniería son el Centro Nacional para la Investigación Atmosférica (NCAR) de Estados Unidos; el instituto Max Planck de Alemania; la Universidad Estatal Rutgers de Estados Unidos; la oficina meteorológica del Reino Unido; el Departamento de Ecología Global del Instituto Carnegie para la Ciencia, de la Universidad de Stanford de Estados Unidos; y la Universidad de Leeds, Reino Unido. El estudio de Oldham identificó a 1,961 autores de publicaciones.

La mayoría de los autores (1,343) publican sobre remoción de CO<sub>2</sub>, (CDR en inglés) seguidos por 401 autores que publican sobre GRS (SRM en inglés) y 325 que publican de geoingeniería en general. Sin embargo, cuando mapearon las redes por tema y por coautoría, descubrieron que sólo entre 20 y 25 autores dominan el panorama, entre ellos, Ken Caldeira, David Keith, Peter Irvine, Alan Robock, Ben Kravitz, Simone Tilmes, Olivier Boucher, Philip Rasch, Govindasami Bala, Georgiy Stenchicov, John Latham. Estos autores son en su mayor parte integrantes

---

15. P. Oldham *et al.*, *Ibid.*, 2014.

16. Paul J. Crutzen, "Albedo Enhancement by Stratospheric Sulfur Injections: A Contribution to Resolve a Policy Dilemma?" *Climatic Change*, v. 77, julio de 2006, pp. 211-19. Disponible en Internet: <https://doi.org/10.1007/s10584-006-9101-y>.

17. Paul Oldham *et al.*, "Mapping the Landscape of Climate Engineering". *Philosophical Transactions of the Royal Society*, v. 372, n. 2031, noviembre de 2014, pp. 1-20. Disponible en: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/372/2031/20140065#ref-28>.

de la camarilla de la geoingeniería, aunque algunos de ellos mantienen su distancia y son más críticos. Todos ellos han sido autores de uno o más de los informes de evaluación del IPCC.

---

Hay que enfatizar que las decisiones sobre colaboraciones [de investigación en geoingeniería] son típicamente hechas por investigadores individuales y hay pocos reportes de estas colaboraciones. Esas redes permanecen ocultas a las organizaciones que financian la investigación y ocultas también, más allá de los que participan en cada colaboración, a los propios investigadores.

OLDHAM, ET AL, 2014

La investigación de Oldham encontró escasa información sobre las agencias de financiamiento. Sólo pudieron ubicarse 34% de las fuentes. Los datos mostraron que los principales financiadores de la investigación en geoingeniería son, según el número de publicaciones, la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF) de Estados Unidos; el Consejo de Recursos Naturales y Ambiente del Reino Unido (NERC); la Comisión Europea; el Departamento de Energía de Estados Unidos; la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio (NASA) de Estados Unidos; y la Fundación Nacional de Ciencias Naturales de China.

Según el mapeo, lo relacionado con GRS tiene entre sus financiadores a la NSF, a la comisión Europea y a la NASA. También cuenta con financiadores privados a través de organizaciones no gubernamentales como la Maj and Tor Nessling Foundation y el Fondo para la Investigación Innovadora sobre Clima y Energía (FICER), que opera con una donación de Bill Gates a la Universidad de Calgaria ahora Harvard.

El estudio identificó 143 familias de patentes relacionadas con tecnologías de ingeniería del clima, de las cuales 28 se referían a GRS, vinculadas a 910 miembros de familias de patentes. Muchas de ellas están directa o indirectamente relacionadas (a través de inversionistas) con miembros de la camarilla de la geoingeniería.

## INVESTIGACIÓN EN GEOINGENIERÍA

La mayoría de la investigación es realizada en Estados Unidos y Europa, donde unos cuantos países, como Reino Unido y Alemania, desempeñan un papel central. El estilo de la investigación tiende a ser muy diferente entre los investigadores europeos y estadounidenses. Los proyectos de investigación europeos son generalmente más cautelosos y ponen más atención a los impactos ambientales, a la participación social y a la falta de gobernanza. A continuación presentamos los principales proyectos de investigación en geoingeniería.

### Proyectos de investigación multinacionales

**IMPLICC:** El proyecto Implicaciones y Riesgos de la Ingeniería de la Radiación Solar para Limitar el Cambio Climático (IMPLICC) fue financiado por la Unión Europea y se realizó de julio de 2009 a septiembre de 2012 en cinco instituciones académicas y de investigación en Francia, Alemania y Noruega. Las actividades fueron coordinadas por el Instituto Max Planck de meteorología en Hamburgo.<sup>18</sup>

El proyecto formuló modelos computacionales de los impactos de tres técnicas de GRS (inyección estratosférica de aerosoles, espejos espaciales y blanqueamiento de nubes marinas) y emplearon dos escenarios distintos de los discutidos por el IPCC.

---

“...el clima producido por la geoingeniería es diferente a cualquier clima previo, incluso si la temperatura promedio global de un clima anterior pudiera replicarse.”

HAUKE SCHMIDT, 2012

---

18. “IMPLICC - Implications and risks of engineering solar radiation to limit climate change”. IMPLICC. Último acceso: 13 de noviembre de 2017. <http://imPLICC.zmaw.de/index.php?id=551>.



Considerando un escenario en el que se cuadruplicaría la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera hacia el año 2100 (el escenario en el que nada cambia, o *business as usual*), la precipitación pluvial decrece fuertemente —en aproximadamente 15% con respecto a los valores de la era preindustrial— en extensas áreas de América del Norte y el norte de los continentes europeo y asiático. Todos los modelos muestran una caída de la precipitación pluvial en la zona central en Sudamérica, que supera una tasa del 20% en algunas regiones de la Amazonía. Otras regiones tropicales observan cambios similares tanto positivos como negativos. En términos generales la precipitación total global se reduce en aproximadamente 5% en los cuatro modelos estudiados. “Falta analizar los impactos de estos cambios, pero el mensaje principal es que el clima producido por la geoingeniería es diferente a cualquier clima previo, incluso si la temperatura promedio global de un clima anterior pudiera replicarse”, dijo Hauke Schmidt, la autora principal del artículo en que se publicaron los resultados de la modelación.<sup>19</sup>

El proyecto IMPLICC también construyó escenarios sobre el impacto económico de la geoingeniería y concluyó que en la mayoría de ellos, la geoingeniería tendría un impacto económico negativo en el que se observarían reducciones del producto interno bruto en varias regiones, particularmente en Asia.<sup>20</sup>

Los autores de estos modelos advirtieron también que existe un alto grado de incertidumbre respecto a las implicaciones de la ingeniería del clima debido a la limitada comprensión de los procesos climáticos en general. Por ejemplo, la manipulación de las nubes marinas se basa en procesos de interacción aerosol-nube que son, según el IMPLICC, una “gran pregunta abierta” en la investigación sobre el clima. De manera similar, inyectar azufre a la estratósfera no sólo tendría efectos sobre la radiación, sino también otros de carácter dinámico de los que se entiende muy poco. Las conclusiones también advierten de las implica-

---

19. Unión Europea de Geociencias, “Press Release: Geoengineering could disrupt rainfall patterns”. *Planet Press*, 6 de junio de 2012. Disponible en Internet: <https://www.egu.eu/news/4/geoengineering-could-disrupt-rainfall-patterns/>.

20. Hauke Schmidt *et al.*, “Synthesis report for policy makers and the interested public”. IMPLICC, noviembre de 2012. Disponible en: [http://imPLICC.zmaw.de/fileadmin/user\\_upload/imPLICC/deliverables/D6\\_3\\_synthesis\\_report\\_nohead.pdf](http://imPLICC.zmaw.de/fileadmin/user_upload/imPLICC/deliverables/D6_3_synthesis_report_nohead.pdf).

ciones políticas, éticas, legales y otras de carácter económico que deben considerarse y que, con base en los resultados de estos modelos, parecen dejar claro que la geoingeniería no puede verse como sustituto de la mitigación del cambio climático que puede lograrse con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.<sup>21</sup>

**EuTRACE:** El Proyecto Europeo de Evaluación Transdisciplinaria de la Ingeniería del Clima (EuTRACE) tuvo financiamiento de la Unión Europea y ocurrió entre 2012 y 2015, con los esfuerzos conjuntos de 14 instituciones académicas y de investigación de Alemania, Reino Unido, Francia, Austria y Noruega.<sup>22</sup>

El principal resultado del proyecto es un informe que evalúa las potencialidades, riesgos e incertidumbres de las tecnologías de geoingeniería en el contexto de las discusiones sobre el cambio climático, la mitigación y adaptación. El informe centra su atención en la tecnología de bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECC), la fertilización oceánica con hierro y la inyección estratosférica de aerosoles.

Entre las principales conclusiones del informe de EuTRACE se encuentra lo siguiente:

En términos generales, no es claro aún si sería posible desarrollar y escalar cualquier técnica propuesta de ingeniería del clima hasta el punto en el que pudiera implementarse para reducir significativamente el cambio climático. Además, no está claro si los costos e impactos de dicha implementación sobre las sociedades y el ambiente se considerarían aceptables a cambio de una reducción del calentamiento global y de sus impactos, ni está claro si aceptar o rechazar los impactos puede hacerse de forma democrática.

En relación con los aspectos técnicos de las propuestas de ingeniería del clima, el informe concluye que “plantea numerosos retos científicos

---

21. “Brief Summary of Scientific Results”. IMPLICC. Último acceso: 13 de noviembre de 2017. Disponible en: <http://implicc.zmaw.de/index.php?id=551>.

22. “Welcome to EuTRACE: A European Transdisciplinary Assessment of Climate Engineering”. EuTRACE. Último acceso: 13 de noviembre de 2017. <http://www.eutrace.org/>.

y técnicos”, incluyendo la mera posibilidad técnica de su realización y su viabilidad económica, que no se han demostrado, y

Una mucho más profunda comprensión de los procesos físicos subyacentes, tales como [por ejemplo] la microfísica de las partículas y de las nubes, o bien, cómo la modificación de estas afectaría al clima en una escala regional o global. [...] Un reto mayor que generalmente se aplica tanto a la remoción de gases de efecto invernadero como a la modificación del albedo es que su aplicación podría resultar en numerosos impactos negativos derivados de la técnica específicamente empleada sobre los ecosistemas y el ambiente, muchos de los cuales son, hasta ahora, inciertos o desconocidos.

**Respecto al contexto social, el informe expresa preocupación, entre otras razones, por el llamado “riesgo moral”:**

[...] la preocupación de que la investigación sobre la ingeniería del clima desalentaría otros esfuerzos generales para reducir o prevenir emisiones de gases de efecto invernadero; [...] el impacto de varias técnicas de ingeniería del clima sobre la seguridad humana, los conflictos y la estabilidad social; [...] las consideraciones sobre la justicia, incluyendo la distribución de los beneficios y costos, la justicia procedimental respecto a la toma de decisiones democrática y la compensación por los daños impuestos en algunas regiones por medidas que beneficiaran a otras regiones.

**Sobre la gobernanza, los autores del informe afirman que, “en el presente, ningún cuerpo de ningún tratado internacional está en la posición de regular ampliamente la remoción de gases de efecto invernadero, la modificación del albedo o la ingeniería del clima en su totalidad. Desarrollar un tratado específico y amplio dedicado a este propósito constituiría en el presente un esfuerzo prohibitivamente grande y casi imposible de realizar”.**

También sugieren que por el momento se considere a las “discusiones y resoluciones aprobadas” del Convenio sobre Diversidad Biológica y el Convenio/Protocolo de Londres, y que la Unión Europea promueva una colaboración entre estas instancias y la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, para desarrollar una posición común sobre varias técnicas y aspectos generales de la ingeniería del clima, a partir del “enfoque precautorio, la minimización del daño, el principio de transparencia, el principio de cooperación internacional y el de la investigación como bien público”.

*Proyecto Internacional Intercomparativo de Modelos de Geoingeniería (GeoMIP):*

Este proyecto es un esfuerzo internacional de investigación que utiliza distintos modelos climáticos computacionales para observar la respuesta del clima a diferentes técnicas de geoingeniería solar.<sup>23</sup> El proyecto fue fundado por Alan Robock y Ben Kravitz en 2010 y ha realizado distintas series de comparaciones descritas en alrededor de 50 artículos publicados. Los estudios del GeoMIP han sido importantes para reconocer los más probables impactos de las técnicas GRS, por ejemplo, los efectos desiguales en distintas regiones del mundo, tales como los impactos severos sobre el monzón en Asia y la sequía en África. Como su nombre lo indica, GeoMIP compara los resultados de varios modelos ofreciendo una mejor comprensión tanto de las coincidencias de los modelos como de sus diferencias, mostrando con ello dónde se ubican las mayores incertidumbres.

El Grupo ETC ha publicado hojas informativas regionales a partir de los resultados del GeoMIP, resaltando los impactos posibles de la tecnologías GRS en Asia, África y América Latina.<sup>24</sup> En 2015 dio inicio un

---

23. “GeoMIP About”. Proyecto Internacional Intercomparativo de Modelos de Geoingeniería. Último acceso: 13 de noviembre de 2017. <http://climate.envsci.rutgers.edu/GeoMIP/about.html>.

24. Grupo ETC, “Geoingeniería y cambio climático. Implicaciones para América Latina”. 9 de diciembre de 2014. Disponible en: <http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/geoengineering-latinamerica-spanish-etc.pdf>.

proyecto hermano de GeoMIP para evaluar los efectos de las técnicas de remoción del CO<sub>2</sub>. Carbon Dioxide Removal-CDRMIP.<sup>25</sup>

### Programas nacionales

*China: mecanismo e impactos de la geoingeniería:* Se trata de un proyecto de investigación con fondos del gobierno de China, apoyado por el Programa Nacional de Investigación Básica Clave de China, del Ministerio de Ciencia y Tecnología, con un presupuesto de aproximadamente tres millones de dólares.<sup>26</sup> El proyecto inicio en 2014 y tiene tres áreas de trabajo:

1. Comprensión de los mecanismos físicos de la geoingeniería y diseño de esquemas;
2. Evaluación del impacto climático de la geoingeniería mediante el análisis de los resultados de la simulación GeoMIP existentes y en proceso;
3. Evaluación de los impactos, riesgos y gobernanza de la geoingeniería.

Este proyecto es fruto de la colaboración de cuatro instituciones académicas y de investigación chinas. En él participan 15 académicos y 40 estudiantes liderados por el Profesor John Moore de la Universidad Normal de Beijing.<sup>27</sup> El proyecto explícitamente excluye el desarrollo de tecnología y los experimentos al aire libre.<sup>28</sup>

---

25 "Carbon Dioxide Removal Model Intercomparison Project". Instituto de Ciencias de la Tierra de Kiel. Último acceso: 13 de noviembre de 2017. [http://www.kiel-earth-institute.de/CDR\\_Model\\_Intercomparison\\_Project.html](http://www.kiel-earth-institute.de/CDR_Model_Intercomparison_Project.html).

26. <http://www.china-geoengineering.org/>.

27. Long Cao, Chao-Chao Gao y Li-Yun Zhao, "Geoengineering: Basic science and ongoing research efforts in China". *Advances in Climate Change Research*, v. 6, n. 1-3, septiembre-diciembre de 2015, pp. 188-96. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.accr.2015.11.002>.

28. James Temple, "China Builds One of the World's Largest Geoengineering Research Programs". *Technology Review*, 2 de agosto de 2017. Disponible en Internet: <https://www.technologyreview.com/s/608401/china-builds-one-of-the-worlds-largest-geoengineering-research-programs/>.

Por el número de investigadores involucrados, se trata del mayor programa de investigación en geoingeniería del mundo, pero es relativamente pequeño para los estándares chinos.

### **Programas nacionales europeos**

Más allá de las colaboraciones de investigación multinacionales, también han existido o existen programas europeos de geoingeniería de escala nacional. Éstos han sido realizados por universidades e instituciones de investigación, como el Proyecto de Evaluación Integrada de las Propuestas de Geoingeniería (IAGP, 2010-2015), y el Proyección de Inyección Estratosférica de Partículas para la Ingeniería del Clima (SPICE, 2010-2013) con fondos del Consejo de Investigación del Reino Unido; el proyecto noruego EXPECT (2014-2016); y el Programa Prioritario sobre Ingeniería del Clima (2013-2019), coordinado por el Instituto de Ciencias de la Tierra de Kiel, en el que participan 17 instituciones académicas y de investigación alemanas, financiado por la Fundación Alemana de Investigación (DFG).

En abril de 2017 inició en Reino Unido un programa de investigación sobre remoción de gases de efecto invernadero con un presupuesto de 8.6 millones libras esterlinas, cofinanciado por el Consejo de Investigación de Recursos Naturales y Ambiente (NERC), el Consejo de Investigación Económica y Social, el Consejo de Investigación en Ingeniería y Ciencias Físicas y el Departamento para Estrategia de Negocios, Energía e Industrial.<sup>29</sup>

### **Programas nacionales estadounidenses**

En Estados Unidos, la Academia Nacional de Ciencias y el Consejo Nacional de Investigación publicaron dos largos informes sobre geoingeniería en 2015, uno centrado en RDC y el otro en GRS.<sup>30</sup>

---

29. "£8.6 million UK research programme on greenhouse gas removal". NERC, 20 de abril de 2017. Disponible en: <http://www.nerc.ac.uk/press/releases/2017/09-greenhousegas/>.

30. "Climate Intervention: Carbon Dioxide Removal and Reliable Sequestration and Climate Intervention: Reflecting Sunlight to Cool Earth". *Climate Change at the National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine*, 2015. Disponible en Internet: <https://nas-sites.org/americasclimatechoices/other-reports-on-climate-change/climate-intervention-reports/>.

Existen programas de investigación en geoingeniería en el Centro Nacional de Investigación Atmosférica, el Laboratorio Nacional Pacífico Noroeste, el Instituto Carnegie para la Ciencia, en la Universidad de Cornell, en la Universidad de Washington y en la Universidad Rutgers, entre otras. En abril de 2017, David Keith abrió el Programa de Geoingeniería Solar de la Universidad de Harvard, financiado por diversas fundaciones privadas y donaciones personales de Bill Gates y otros filántropos.<sup>31</sup> En contraste con los programas europeos y chinos, los programas estadounidenses buscan realizar experimentos en campo abierto. De manera particular, el programa dirigido por Keith en Harvard anunció su intención de realizar un experimento de GRS en campo abierto en 2018 (véase caso de estudio VII, capítulo 3).

En noviembre de 2017, bajo la administración Trump, se realizó en el Congreso una audiencia sobre geoingeniería, potencialmente adelantando la intención de desarrollar un programa nacional de investigación.<sup>32</sup>

## EL IPCC Y LA NORMALIZACIÓN DE LA GEOINGENIERÍA

El Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) no ha discutido a profundidad la geoingeniería, sino hasta recientemente. Hizo menciones menores de ésta en sus segundo, tercero y cuarto informes globales de evaluación, indicando por ejemplo, que las “opciones de geoingeniería son fundamentalmente especulativas y no demostradas, además de que tienen el riesgo de efectos secundarios desconocidos”.

Sin embargo, en años recientes el IPCC parece haber sido elegido por los cabilderos de la geoingeniería como uno de sus principales puntos

---

31. “Harvard’s Solar Geoengineering Research Program”. Centro para el Medio Ambiente de la Universidad de Harvard. Último acceso: 13 de noviembre de 2017. <https://geoengineering.environment.harvard.edu/>.

32. El Comité sobre Ciencia, Espacio y Tecnología del Congreso de Estados Unidos organizó, el 8 de noviembre de 2017, una Audiencia sobre Geoingeniería: Innovación, Investigación y Tecnología. <https://democrats-science.house.gov/legislation/hearings/geoengineering-innovation>.

de entrada para lograr la “normalización de la geoingeniería” a escala internacional; es decir, abrir un espacio en el que la geoingeniería pueda incluirse como “otra opción” junto con la mitigación y la adaptación al cambio climático.

En 2011, el IPCC realizó una reunión de expertos en geoingeniería, iniciativa que fue ampliamente criticada por 160 organizaciones nacionales e internacionales de la sociedad civil. Una de las críticas planteadas fue que el IPCC, como panel científico asesor, no debería discutir la gobernanza de la geoingeniería, que tiene que ver con discusiones y decisiones políticas y no técnicas.<sup>33</sup>

Otra razón por la que está adquiriendo fuerza el argumento para considerar a las técnicas de geoingeniería (especialmente aquellas para remover gases de invernadero y dióxido de carbono), es que el IPCC informa que el efecto residual de algunos de los gases de efecto invernadero ya emitidos, especialmente el CO<sub>2</sub>, permanecerá en la atmósfera durante largos periodos, así que aun cuando hubiese una reducción profunda de las emisiones, el efecto invernadero continuaría. Debido a esto, existe un número creciente de científicos y gobiernos que parecen pensar que es “inevitable” utilizar alguna forma de la geoingeniería para remover el exceso de CO<sub>2</sub> de la atmósfera. Hay, por supuesto, numerosas preocupaciones derivadas de esta postura.

---

En años recientes el IPCC parece haber sido elegido por los cabilderos de la geoingeniería como uno de sus principales puntos de entrada para lograr la “normalización de la geoingeniería” a escala internacional.

Aunque la situación climática es indudablemente seria, lo que muestran los modelos referidos en los informes del IPCC proviene de una se-

---

33. Carta abierta a los integrantes del IPCC, “IPCC Letter with Signatories”. Grupo ETC, 29 de julio de 2011. Disponible en: <http://www.etcgroup.org/content/open-letter-ipcc-geoengineering>; “The IPCC’s AR5 and Geoengineering”. Grupo ETC, 28 de marzo de 2014. Disponible en: <http://www.etcgroup.org/content/ipcc-ar5-geoengineering-march2014>.



rie de parámetros (físicos, climáticos y económicos) que finalmente son estimaciones.

Las bases para la formulación de los modelos pueden cambiar, dependiendo de nuevos descubrimientos científicos y de qué ciencia se considere. En el IPCC, algunos de los modelos subyacentes —por ejemplo los modelos climáticos— han cambiado de un informe de evaluación al siguiente, mientras que los modelos económicos han permanecido mayormente estáticos. Los modelos omiten ciertas variables e interacciones y enfatizan otras, por lo que no pueden considerarse realidades fijas.

Además, aun cuando los efectos de los gases emitidos se tradujeran en impactos climáticos de largo plazo, existen varias otras posibilidades (distintas de la geoingeniería) para reabsorber parte de los excesos de gases, tales como la restauración cuidadosa de los ecosistemas naturales y el apoyo a la agricultura agroecológica y campesina, entre otras, que no son consideradas por el IPCC.

En su quinto informe de evaluación (AR5), publicado en 2014, el IPCC incluyó pequeñas secciones analizando algunas de las técnicas de RDC y en su Informe de Síntesis expresó que:

Las tecnologías de GRS plantean cuestiones sobre sus costos, riesgos, gobernanza e implicaciones éticas de su desarrollo y despliegue. Presenta desafíos nuevos para las instituciones y mecanismos internacionales que podrían coordinar la investigación y posiblemente restringir las pruebas y el despliegue. Aún si la GRS redujera los incrementos antropogénicos en la temperatura global, implicaría una redistribución espacial y temporal de los riesgos. Por tanto, la gestión de la radiación solar introduce cuestiones importantes sobre la justicia intrageneracional e intergeneracional. La investigación en GRS, así como su eventual despliegue ha sido objeto de objeciones éticas. A pesar de un costo estimado como potencialmente bajo para el despliegue de algunas técnicas, éstas no necesariamente pasarán la prueba de costo-beneficio que tome en consideración todo el espectro de riesgos y efectos secundarios. Las implicaciones de gobernanza de la GRS son particularmente difíciles de abordar, especialmente considerando que

una acción unilateral podría conducir a efectos y costos significativos para otros.<sup>34</sup>

Sin embargo, y pese a la falta de conocimiento de los impactos de una tecnología cuya eficacia no está probada, el IPCC consideró el uso extensivo de una técnica de geoingeniería en su quinto informe de evaluación (AR5): la bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECAC o BECCS en inglés), que se utilizó para la mayoría de los escenarios de futuros posibles. En el apartado de Rutas de Concentración Representativas (Representative Concentration Pathways), presentado a los tomadores de decisiones sobre política climática, el uso de BECCS y “tecnologías de emisiones negativas” estuvo fuertemente representado sin ninguna consideración respecto a su viabilidad ni a los extremadamente serios impactos para la sociedad, la seguridad alimentaria y el ambiente que implicaría su despliegue a gran escala.

Este sesgo motivó la publicación de un número creciente de artículos sumamente críticos tanto en medios científicos como por parte de organizaciones de la sociedad civil.<sup>35</sup>

No obstante, en el borrador aprobado para el sexto informe de evaluación (AR6 a ser publicado en 2022), la geoingeniería, con sus principales propuestas separadas en dos campos —remoción de gases con efecto invernadero y gestión de la radiación solar— aparece frecuentemente en el trabajo del IPCC. Aparece en forma prominente en los resultados del Grupo de Trabajo III, que discute las opciones de mitigación, pero también se asoma en los resultados del Grupo de Trabajo I que estudia la ciencia del clima. La presencia de la geoingeniería en la discusión del Grupo de Trabajo I es ilógica: la geoingeniería no es una ciencia, más bien se trata de una serie de propuestas teóricas especulativas basadas en modelos matemáticos computacionales, para los cuales las bases están cambiando todo el tiempo porque la comple-

---

34. IPCC, *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, 2015, p. 89.

35. Biofuelwatch y Fundación Heinrich Böll, BECCS: Last-ditch climate option or wishful thinking? Informe, abril de 2016. Disponible en: <https://www.boell.de/en/2016/04/29/last-ditch-climate-option-or-wishful-thinking>.

alidad dinámica del sistema climático y del cambio climático exceden ampliamente lo que los modelos pueden capturar sin incertidumbres. Es particularmente extraño que el Grupo de Trabajo I tome estas tecnologías en consideración y no considere otras propuestas alternativas para enfrentar el cambio climático (ya sean existentes o propuestas). Estas inconsistencias revelan una selección sesgada que favorece las propuestas y literatura sobre geoingeniería.

El Grupo de Trabajo III también contiene un capítulo especial sobre perspectivas “transversales” que incluirán las técnicas de geoingeniería no cubiertas en otros capítulos. La geoingeniería también se incluye como uno de los temas transversales para todos los Grupos de Trabajo (I, II, III), y tendrá una sección específica dedicada a ella.

Mientras que el AR5 mostró una excesiva y científicamente injustificada dependencia respecto a la tecnología BECCS y la forestación, el AR6 incluirá a plenitud la discusión de casi todas las tecnologías de geoingeniería (su estado de desarrollo, costo, riesgos e impactos, pero también su potencial).

Un gran problema, como se describió anteriormente en este mismo capítulo, consiste en que la gran mayoría de los autores, críticos y dictaminadores de la literatura sobre geoingeniería forman parte del mismo círculo de investigadores que la promueve, por lo cual, la discusión es peligrosamente auto-referencial y desestima las visiones críticas de la sociedad civil y de los gobiernos, así como las alternativas que no están encuadradas dentro de la geoingeniería.

Otra seria preocupación es la presencia, en algunos informes del IPCC, de autores que son empleados de la industria petrolera, lo cual constituye —para la sociedad civil— un claro conflicto de interés.<sup>36</sup> Esto se suma al hecho de que el actual presidente del IPCC es un ex emplea-

---

36. Véase la carta firmada por 108 organizaciones de la sociedad civil, dirigida al IPCC, en mayo de 2017. <http://www.etcgroup.org/content/open-letter-ipcc-108-civil-society-organizations>.

do de Exxon Mobil, quien ya desde su cargo en el IPCC ha expresado públicamente que la geoingeniería debería tomarse en cuenta.<sup>37</sup>

## LOS MERCADERES DEL CLIMA

La economía política de la geoingeniería, aunque aún subdesarrollada y en disputa, comienza a ganar atención. El interés comercial está creando el perfil de una facción de actores con un interés económico propio en mayor investigación y, eventualmente, el despliegue de la geoingeniería. Esta facción podría convertirse en un *lobby* comercial más organizado que ejerza más presión sobre los gobiernos y los cuerpos internacionales de gobernanza.

Hasta ahora, la geoingeniería es demasiado controvertida para la mayoría de los grandes inversionistas corporativos, por lo que las industrias de los combustibles fósiles y automotrices parecen mucho más inclinadas a financiar opciones y organizaciones más *amigables* con el mercado que abogar abiertamente por la geoingeniería. Por otro lado, filántropos multimillonarios están repartiendo grandes sumas de dinero y pequeñas empresas están tratando de desarrollar la geoingeniería comercialmente, mientras que algunas grandes empresas comienzan silenciosamente a financiar investigaciones al tiempo que intentan influir en decisiones políticas que la favorezcan.

Los multimillonarios —que tienen una pasión *sui generis* por salvar al mundo mientras hacen algo de dinero— han comenzado a promover la geoingeniería. Richard Branson, director ejecutivo de Virgin Airlines, ofreció 25 millones de dólares por quien presentara un arreglo tecnológico para el cambio climático, como parte de su “Virgin Earth Challan-

---

37. Elke Bunge, “Porträt Hoesung Lee: Von Exxon zum Weltklimarat”. *Südwest Presse*, 8 de octubre de 2015, <http://www.swp.de/ulm/nachrichten/politik/Portraet-Hoesung-Lee-Von-Exxon-zum-Weltklimarat;art4306,3468570>. Suzanne Goldenberg, “UN climate science chief: it’s not too late to avoid dangerous temperature rise”. *The Guardian*, 11 de mayo de 2016. Disponible en: <https://www.theguardian.com/environment/2016/may/11/un-climate-change-hoesung-lee-global-warming-interview>.

ge”.<sup>38</sup> Branson ha dedicado también considerables recursos al llamado Cuarto de Guerra del Carbono, que define como un “campo de batalla para avanzar la geoingeniería”, y ha apoyado propuestas “negativas en carbono” como captura directa de aire (DAC) y BECC, al tiempo que ha procurado obtener compensaciones por *biochar* y blanqueamiento de nubes. Branson se muestra como un bravucón de la tecnología, al punto de que se le cita diciendo: “si pudiéramos crear una respuesta de geoingeniería a este problema, [el convenio sobre el clima en] Copenhague no sería necesario. Podríamos continuar volando nuestros aviones y conduciendo nuestros autos”.<sup>39</sup>

Bill Gates proporcionó 8.5 millones de dólares a los científicos David Keith y Ken Caldeira para investigación sobre geoingeniería y clima.<sup>40</sup> El anterior jefe de tecnología de Microsoft, Nathan Myhrvold, ha patentado tecnologías de geoingeniería a través de su compañía Intellectual Ventures, incluyendo Stratoshield, una manguera conectada a un globo que dispersaría aerosoles de azufre en el cielo.<sup>41</sup> Tanto Gates (a través del Fondo FICER) como Branson (a través del Cuarto de Guerra del Carbono) han proporcionado financiamiento a la llamada Iniciativa de Gobernanza de la Gestión de la Radiación Solar, encabezada por la Royal Society británica.<sup>42</sup>

Existen además grandes empresas para las cuales salvar al mundo por medio de algún tipo de remiendo tecnológico, se está convirtiendo en un prerrequisito estructural para poder continuar su insaciable búsqueda de ganancias. No obstante no se han dejado ver en el campo de la geoingeniería. Más bien su papel se ha concentrado en modificar las

---

38. Hasta la fecha no se han declarado a un ganador. “Home”. Virgin Earth Challenge. Último acceso: 13 de noviembre de 2017. <http://www.virginearth.com>.

39. Andrew C. Revkin, “Branson on the Power of Biofuels and Elders”. *New York Times*, 15 de octubre de 2009. Disponible en: <https://dotearth.blogs.nytimes.com/2009/10/15/branson-on-space-climate-biofuel-elders/>.

40. Ambos establecieron el fondo FICER, que financia su propia investigación, así como la de otros. Véase: <https://keith.seas.harvard.edu/FICER>.

41. “Senior Inventors”. Intellectual Ventures. Último acceso: 13 de noviembre de 2017. [www.intellectualventures.com/WhoWeAre/Inventors.aspx](http://www.intellectualventures.com/WhoWeAre/Inventors.aspx).

42. Véase la página del Fondo para la Investigación Innovadora en Clima y Energía (Fund for Innovative Climate and Energy Research): <https://keith.seas.harvard.edu/FICER/>; y la del financiamiento de SRMGI: <http://www.srmgi.org/about/>.

políticas para que nociones y actividades que antes eran impensables —como sobrepasar (*overshoot*) el límite de las emisiones permitidas, la meta de “emisiones *netas* cero” y la gestión de la radiación solar— comiencen a ser “normales” y aceptables.

Entre esas enormes empresas predominan las más grandes petroleras. El asesor científico principal de ExxonMobil, Haroon Kheshgi es su ejecutivo designado en materia de geoingeniería, reclutado del Laboratorio Nacional Lawrence Livermore.<sup>43</sup> Kheshgi fue el primero en proponer verter cal en los océanos para reducir su acidez, a partir de investigaciones financiadas por ExxonMobil.<sup>44</sup> A través de sus esfuerzos, Exxon ha influido en informes “independientes” sobre geoingeniería y participó en un informe que abogaba también por GRS. El anterior director ejecutivo de ExxonMobil —y hasta hoy Secretario de Estado de Estados Unidos—, Rex Tillerson, describió el cambio climático como un “problema de ingeniería”, con “soluciones de ingeniería”.<sup>45</sup>

Por su parte, Shell está involucrada en la Iniciativa Internacional de *Biochar* y financió a una pequeña nueva empresa de geoingeniería de nombre Cquestrate, antes un proyecto de Tim Kruger, quien ahora administra el Proyecto de Geoingeniería de Oxford.<sup>46</sup> El principal cabildeador de Shell, David Hone, es uno de los más devotos impulsores de las “emisiones negativas”, y apoya con entusiasmo creciente la gestión de la radiación solar.<sup>47</sup> Cuando Steve Koonin era el jefe científico en BP, dirigió un proyecto en el entonces apenas creado Novim group (que él

---

43. Grupo ETC, “La administración Trump – ¿Al servicio de la geoingeniería?” Síntesis, 28 de marzo de 2017. Disponible en: [http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/etc\\_briefing\\_the\\_trump\\_geoengineering\\_administration\\_spanish3\\_2.pdf](http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/etc_briefing_the_trump_geoengineering_administration_spanish3_2.pdf).

44. Clive Hamilton, *Earthmasters: The Dawn of the Age of Climate Engineering*. New Haven: Yale University Press, 2013, p. 78.

45. “Climate change fears overblown, says ExxonMobil boss”. *The Guardian*, 28 junio de 2012. Disponible en: <http://www.guardian.co.uk/environment/2012/jun/28/exxonmobil-climate-change-rex-tillerson>.

46. Kruger fue uno de los autores que promovieron una serie de principios de gobernanza que se volvieron populares entre los miembros de la camarilla de la geoingeniería, incluyendo la sorprendente noción de que la geoingeniería es un bien público. Véanse las páginas electrónicas: <http://www.cquestrate.com> y [oxfordengineering.org](http://oxfordengineering.org).

47. David Hone, “The geo-engineering taboo”. *Energy Post*, 26 de junio de 2017. Disponible en: <http://energypost.eu/the-geo-engineering-taboo/>.

mismo inicio), para determinar la capacidad del equipo a emplear en experimentos de GRS (aunque ello tuviera un enfoque más militar que industrial).<sup>48</sup> David Whelan, vicepresidente y jefe científico de Sistemas Integrados de Defensa de la empresa aeronáutica Boeing, quien anteriormente colaboró en la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de la Defensa (DARPA, por sus siglas en inglés), también está muy activo en los debates, y asegura que hay un pequeño equipo en Boeing dedicado al estudio de la geoingeniería.

Whelan ha reflexionado públicamente sobre la factibilidad técnica de lanzar megatoneladas de aerosoles de azufre a distintos niveles estratosféricos por medio de aeronaves o grandes cañones.<sup>49</sup> La empresa Conoco Philipps Canada, que invierte en la explotación de las arenas bituminosas en la provincia de Alberta, fue la primera empresa petrolera en respaldar protocolos “liderados por la industria” para el *biochar* dentro del Sistema de Compensación (de emisiones de carbono) de Alberta.<sup>50</sup> La expansión de la investigación sobre el *biochar* ha sido desde entonces financiada por ExxonMobil, Chevron y Encana, mientras que la empresa Cenovus planea un proyecto de “recuperación de residuos de las arenas bituminosas para transformarlos en *biochar*”, en asociación con Conoco Philips.<sup>51</sup>

Estos actores se complementan con varias pequeñas empresas cuyos planes de negocios están contruidos a partir de la geoingeniería. Son empresas que persiguen oportunidades de negocio en fertilización oceánica, BECAC o captura directa de aire, o nuevas empresas semicomerciales que quieren probar éxito con otras tecnologías. Muchas de ellas han buscado obtener créditos de carbono, aunque existen pocas

---

48. J.J. Blackstock, S.E. Koonin et al., “Climate Engineering Responses to Climate Emergencies” Novim, 2009. Disponible en: <https://arxiv.org/pdf/0907.5140.pdf>.

49. “Geoengineering: Global Salvation or Ruin”. Mesa redonda en el Club Commonwealth, Fora.tv. [http://fora.tv/201002/23/Geoengineering\\_Global\\_Salvation\\_or\\_Ruin](http://fora.tv/201002/23/Geoengineering_Global_Salvation_or_Ruin).

50. Keith Driver y John Gaunt, “Bringing *Biochar* Projects into the Carbon Market Places”. Carbon Consulting LLC, Blue Source, Carbon War Room, ConocoPhillips Canadá, mayo de 2010.

51. Steven Horn, “How the *Biochar* Lobby Pushed for Offsets, Tar Sands, and Fracking Reclamation Using Unsettled Science”. DeSmogblog.org, 23 de marzo de 2017. Disponible en: <https://www.desmogblog.com/biochar-lobby-offsets-tar-sands-fracking-reclamation-unsettled-science>.

posibilidades de que tales actividades sean reconocidas pronto por alguno de los sistemas de comercio de emisiones. La más persistente de esas compañías ha sido la empresa especializada en fertilización oceánica, Planktos, que después se convirtió en la Corporación para la Restauración del Salmón de Haida y ahora en Oceaneos, que opera en Chile. Por un corto periodo, la empresa Climos existió como una empresa comercial de fertilización oceánica, fundada por Dan Whaley, quien estuvo empleado anteriormente en Planktos que ahora aparece como inactiva. Otra empresa de fertilización oceánica es la Ocean Nourishment Corporation, con sede en Australia y encabezada por Ian SF Jones. Ésta parece estar abierta pero no activa. Jones ha obtenido patentes que reclaman, sorprendentemente, la propiedad sobre cualquier pez nutrido por medio de fertilización oceánica.<sup>52</sup> Existe otra empresa llamada *ATMOcean*, la cual desarrolló medios para transportar agua marina rica en nutrientes a la superficie del mar (la llamada surgencia artificial o tecnología de mezcla de agua oceánica), pero parece haber trasladado su interés a otros proyectos no relacionados con la geoingeniería.<sup>53</sup>

---

Los multimillonarios —que tienen una pasión *sui generis* por salvar al mundo mientras hacen algo de dinero— han comenzado a promover la geoingeniería.

La tecnología de geoingeniería más activa comercialmente es la de la captura directa de aire (DAC, por sus siglas en inglés). La empresa de David Keith, Carbon Engineering, está financiada por inversionistas privados entre los que se encuentran Bill Gates y Murray Edwards, el magnate multimillonario de las arenas bituminosas, que dirige la empresa Canadian Natural Resources LTD. Juntos abrieron una planta piloto de 8 millones de dólares en Squamish, Columbia Británica, en 2015, donde afirman que extraen alrededor de una tonelada de dióxido de carbono

---

52. "Ocean Restoration Starts with You". Ocean Nourishment Corporation. Último acceso: 13 de noviembre de 2017. <http://www.oceannourishment.com>.

53. "ATMOcean". Último acceso: 13 de noviembre de 2017. <https://atmocean.com/>.



no por día.<sup>54</sup> La empresa suiza Climeworks, fundada por los ingenieros Christoph Gebald y Jan Wurzbacher, afirma haber creado la “primera planta comercial para capturar CO<sub>2</sub> del aire”, en un cantón de Zúrich.<sup>55</sup>

Climeworks afirma también que su planta (de 23 millones de dólares de inversión), aporta 900 toneladas anuales de CO<sub>2</sub> a un invernadero cercano para ayudarle en el cultivo de vegetales. Climeworks también tiene una sociedad con la automotriz Audi. Otras compañías incluyen a Global Thermostat, financiada por Goldman Sachs en asociación con Algae Systems,<sup>56</sup> así como Skytree en Holanda e InfiniTree (anteriormente Kilimanjaro) en Estados Unidos.<sup>57</sup>

David Keith y otros desarrolladores han promovido la captura directa de aire (DAC) como un método para emplear el CO<sub>2</sub> capturado para ampliar masivamente la escala de la recuperación mejorada de petróleo en Estados Unidos y otros países. En una cumbre sobre la tecnología de captura directa de aire en Calgary en 2012, participaron varias empresas petroleras, entre ellas, Suncor, BP, Husky Oil y Nexen, que examinaron los prospectos. Keith —quien posee la patente del llamado “enfriador planetario” (*Planetary Cooler*), una tecnología para la captura de carbono—, ha dicho que si surgen las condiciones adecuadas, “estare-

---

54. Ivan Semeniuk, “Could this plant hold the key to generating fuel from CO<sub>2</sub> emissions?” *Globe and Mail*, 1 de enero de 2016. Disponible en: <https://beta.theglobeandmail.com/technology/science/a-canadian-companys-attempt-to-get-a-grip-on-the-carbon-emissionsproblem/article27970800/>. Véase también: Alister Doyle, “Scientists dim sunlight, suck up carbon dioxide to cool planet”. *Reuters*, 26 de julio de 2017. Disponible en: <https://www.reuters.com/article/us-climatechange-geoengineering/scientists-dim-sunlight-suck-up-carbon-dioxide-to-cool-planet-idUSKBN1ABOJ3>.

55. “Climeworks launches world’s first commercial plant to capture CO<sub>2</sub> from air”. Virgin Earth Challenge, 31 de mayo de 2017. Disponible en: <http://www.virginearth.com/2017/05/climeworks-launches-worlds-first-commercial-plant-to-capture-CO2-from-air/>. Véase también, Alister Doyle, “Scientists dim sunlight...”. *Op. cit.*

56. “Algae Systems”. Algae Systems. Último acceso: 13 de noviembre de 2017. <http://algae-systems.com>. “Global Thermostat: A Carbon Negative Solution”. *Global Thermostat*. Último acceso: 13 de noviembre de 2017. <http://globalthermostat.com>.

57. “Carbon Capture Greenhouse Enrichment”. InfiniTree. Último acceso: 13 de noviembre de 2017. <http://www.infinitreellc.com>; “CO<sub>2</sub> solutions for everyday life”. *Skytree*. Último acceso: 13 de noviembre de 2017. <http://www.skytree.eu>.

mos imprimiendo dinero”.<sup>58</sup> Sin embargo, su optimismo por hacer negocio con la tecnología DAC es desmentido por la realidad de que no es económicamente factible: sigue siendo mucho más barato capturar el CO<sub>2</sub> desde la chimenea de una planta de generación eléctrica de carbón, por ejemplo, que del aire en el ambiente.<sup>59</sup> Además, el empleo de máquinas adyacentes para absorber carbono que faciliten la recuperación mejorada de petróleo, anularía cualquier presunto efecto de mitigación climática, ya que recuperar petróleo generará más CO<sub>2</sub> del capturado previamente.<sup>60</sup> La tecnología DAC también ha llamado la atención de empresarios como Ned David, entusiasta de la recuperación mejorada de hidrocarburos y quien también dirige una empresa de algas de biología sintética. David espera crear biocombustibles por medio de la alimentación de las algas sintéticas con el carbono capturado en grandes estanques al aire libre en el estado de Nevada, Estados Unidos, y ya buscó obtener financiamiento de Monsanto.<sup>61</sup> Debido a que la tecnología DAC implica una enorme demanda de energía, algunos promotores de la geoingeniería han propuesto el uso de “pequeñas plantas de energía nuclear” conectadas a las instalaciones de DAC.<sup>62</sup>

En cuanto a la gestión de la radiación solar, una empresa llamada Silver Lining era dirigida por la empresaria tecnológica Kelly Wanser, aunque recientemente cambió su denominación a empresa no comercial para asociarse con Thomas Ackerman, científico de la Universidad de Washington.

---

58. Marc Gunther, “The business of cooling the planet”. *Fortune*, 7 de octubre de 2011. Disponible en: <http://fortune.com/2011/10/07/the-business-of-cooling-the-planet/>.

59. “Direct air carbon capture: Oil’s answer to fracking?” *GreenBiz*, 12 de marzo de 2012. Disponible en: <https://www.greenbiz.com/blog/2012/03/12/direct-air-carbon-capture-oil-answer-fracking>.

60. Marc Gunther, “Direct air capture of CO<sub>2</sub> is becoming a business, for better or worse”, 11 de marzo de 2012. Disponible en: <http://www.marcgunther.com/direct-air-capture-of-co2-is-becoming-a-business-for-better-or-worse/>.

61. Katie Fehrenbacher, “Algae startup Sapphire Energy raising \$144M”. *Gigaom*, 2 de abril de 2012. Disponible en: <http://gigaom.com/cleantech/algae-startup-sapphire-energy-raising-144m/>. Último acceso: 13 de noviembre de 2017 via archive.org).

62. La propuesta la hizo David Sevier, de Carbon Cycle Limited, del Reino Unido; obtenido a partir de una comunicación en un grupo de discusión electrónica sobre geoingeniería, septiembre de 2017.

Algunos observadores han advertido un incremento en las patentes de geoingeniería en los años recientes y señalan que las patentes propiedad de empresas e individuos privados, corren el riesgo de convertirse, según Clive Hamilton, en una “forma de gobernanza *de facto* de la geoingeniería”.<sup>63</sup>

## CLIMA DE GUERRA: LOS MILITARES Y LA GEOINGENIERÍA

El interés militar por la geoingeniería tiene una historia opaca, pero al rastrear sus contornos visibles se revela un involucramiento constante, profundo y perturbador del sector militar. El periodista Jeff Goodell, quien es favorable a la geoingeniería, denomina a la conexión militar como el tema tabú: “no es fácil ver cómo un programa serio de geoingeniería podría avanzar sin un grado de involucramiento militar tanto aquí en Estados Unidos como en países como China y Rusia”.<sup>64</sup>

El control del clima ha sido, desde hace mucho tiempo, una consideración de los estrategas militares. Un documento de 1996, ampliamente citado, comisionado por la Fuerza Aérea de Estados Unidos, sugirió que la modificación del clima es potencialmente un “multiplicador de fuerza con tremendo poder, que podría explotarse a lo largo de todo el espectro de los escenarios de combate”. El documento señala que hacia 2025 Estados Unidos podría “poseer el clima”. Un informe posterior propuso la consideración urgente de las opciones de geoingeniería.<sup>65</sup>

El historiador de la ciencia James Fleming, hace referencia a la “larga huella de papel de los estudios de modificación climática hechos por el Pentágono y otras agencias gubernamentales”.<sup>66</sup> Desde su perspectiva, “los geocientíficos con un alto nivel de acreditación de seguridad comparten asociaciones, valores e intereses con la élite de seguridad nacional”. El mismo “padre de la bomba atómica”, Edward Teller, estu-

---

63. Hamilton, *Earthmasters*, *op. cit.*, p. 80.

64. Jeff Goodell, *How to Cool the Planet*. Boston: Houghton Mifflin Harcourt, 2010, pp. 207-8.

65. Clive Hamilton, *Earthmasters: The Dawn of the Age of Climate Engineering*, New Haven: Yale University Press, 2013, p. 132.

66. James Fleming, *Fixing the Sky*. Nueva York: Columbia University Press, 2010, p. 166.

vo involucrado en las primeras discusiones de geoingeniería, al igual que su protegido, el arquitecto de la llamada “Guerra de las Galaxias”, Lowell Wood, quien ha declarado incluso que el despliegue de la geoingeniería a gran escala está “escrito en las estrellas”.<sup>67</sup>

Los militares ponen cada vez mayor atención a las implicaciones de “seguridad” del cambio climático. En el futuro cercano, podríamos ver como esta conexión se convierte en un complejo militar de geoingeniería.

Algunos de los más activos integrantes de la camarilla de la geoingeniería tienen vínculo con el Laboratorio Nacional Lawrence Livermore o la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados de Defensa (DARPA) del Pentágono, ambas de las cuales tienen mandatos, presupuestos y contratos militares. El objetivo de DARPA es “mantener la superioridad tecnológica del ejército de Estados Unidos”. En 2009, esta Agencia auspició su primera reunión conocida sobre geoingeniería.<sup>68</sup> Poco después, una nueva corporación científica sin fines de lucro, llamada Novim Group entró en operación. Fue dirigida por Steven Koonin, jefe científico en BP, y después designado subsecretario para la ciencia en el Departamento de Energía, durante la administración Obama. Koonin es miembro de JASON —un grupo cerrado de científicos que asesoran al ejército de Estados Unidos y redactan informes especiales, la mitad de los cuales son confidenciales. Novim Group publicó un poco después un estudio muy influyente, dirigido al público en general, sobre el despliegue de tecnologías de gestión de la radiación solar como respuesta a las “emergencias climáticas”.<sup>69</sup> Sorprendentemente, la mitad de los autores del estudio eran parte de JASON, lo cual sugiere que, en autoría e intención, tenía todas las señas de ser un informe militar.

En 2011, la corporación RAND, un centro de investigación con añejos vínculos con el estamento militar estadounidense, publicó un aná-

---

67. Goodell, *Cool the Planet... op. cit.*, p. 125.

68. Eli Kintisch, “DARPA to explore geoengineering”. *Science Insider*, 14 de marzo de 2009. Disponible en: [www.newsciemag.org/scienceinsider/2009/](http://www.newsciemag.org/scienceinsider/2009/).

69. J.J. Blackstock *et al.*, *Climate Engineering Responses to Climate Emergencies*. Santa Barbara: Novim Group, 2009.

lisis sobre las opciones de geoingeniería en el que alentó al gobierno de Estados Unidos a establecer normas internacionales para gobernar la investigación en geoingeniería.<sup>70</sup> Más recientemente, la CIA financió un estudio de la Academia Nacional de Ciencias sobre geoingeniería, el primero en su tipo en ser financiado por una agencia de inteligencia.<sup>71</sup>

En abril de 2017, Steve Koonin —ahora en su papel de académico en la Universidad de Nueva York— escribió un artículo para el *Wall Street Journal*<sup>72</sup> proponiendo un “equipo rojo” de científicos disidentes que criticaran los principales informes científicos sobre cambio climático y un “equipo azul” de científicos climáticos para refutar las críticas, lo cual armaría un debate público.<sup>73</sup> Unos meses después, la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos hizo eco de la propuesta de Koonin, convocando a la misma acción.<sup>74</sup>

Aunque este esfuerzo podría verse como una discusión general acerca de la negación del cambio climático y su contra-argumentación, la participación activa de Koonin parece indicar que pronto veremos la promoción de un programa de geoingeniería con posible respaldo militar y de la industria petrolera. En última instancia, se evidencia un estrecho vínculo entre quienes niegan el cambio climático y la geoingeniería: no aceptarán estar de acuerdo respecto a quién causó

---

70. Robert Lempert y Don Prosnitz, “Governing geoengineering research: A political and technical vulnerability analysis of potential near-term options”. *Corporación RAND*, 2011. Citado en Hamilton, p. 132.

71. Chris Mooney, “Climate Intelligence Agency”. *Slate*, 17 de julio de 2013. Disponible en: [http://www.slate.com/articles/technology/future\\_tense/2013/07/cia\\_funds\\_nas\\_study\\_into\\_geoengineering\\_and\\_climate\\_change.html](http://www.slate.com/articles/technology/future_tense/2013/07/cia_funds_nas_study_into_geoengineering_and_climate_change.html). Véase también: “Climate Intervention Reports”. Academia Nacional de Ciencias, Ingeniería y Medicina. <http://nas-sites.org/americasclimatechoices/public-release-event-climate-intervention-reports/>.

72. Steven Koonin, “A ‘Red Team’ Exercise Would Strengthen Climate Science”. *Wall Street Journal*, 20 de abril de 2017, <https://www.wsj.com/articles/a-red-team-exercise-would-strengthen-climate-science-1492728579>.

73. Brad Plumer y Coral Davenport, “E.P.A. to Give Dissenters a Voice on Climate, No Matter the Consensus”. *New York Times*, 30 de junio de 2017, <https://www.nytimes.com/2017/06/30/climate/scott-pruitt-climate-change-red-team.html>.

74. *Ibid.*

el cambio climático, pero pueden ponerse de acuerdo en “soluciones” tecnológicas y de ingeniería a cualquier problema derivado del cambio climático, sin importar quien lo provocó.<sup>75</sup>

Una consecuencia muy probable si programas de este tipo salieran adelante en Estados Unidos, sería la intensificación de los proyectos de geoingeniería en Rusia y en China, entre otros países, por razones geopolíticas y militares.

Como lo ha mostrado James Fleming, el involucramiento militar distorsiona la ciencia y la ingeniería al imponer la secrecía a nuevos descubrimientos y al buscar transformar en arma cualquier técnica, incluso aquellas diseñadas para fines pacíficos. A cambio, los militares ofrecen a los científicos acceso al poder político, un flujo ilimitado de recursos y la posibilidad de que se cumpla la promesa de controlar a la naturaleza y al clima.<sup>76</sup> De hecho, algunos científicos en geoingeniería, como Gregory Benford han argumentado que los militares deben estar involucrados, puesto que ellos “pueden gestionar recursos y no tienen que sentarse ante el Congreso a responder preguntas sobre cada centavo de su dinero”.<sup>77</sup>

---

“Si, como muestra la historia, las fantasías sobre el control del clima han servido principalmente a intereses comerciales y militares, ¿por qué habríamos de esperar que el futuro fuera diferente?”

JAMES FLEMING, 2010

Fleming concluye su estudio sobre la conexión histórica entre los militares y la geoingeniería con una especie de presagio: “si, como muestra la historia, las fantasías sobre el control del clima han servido princi

---

75. Véase información más detallada sobre este vínculo en: Grupo ETC, “La maniobra Lom-borg”, en Geopiratería. Argumentos contra la geoingeniería. *Comuniqué* n. 103, 24 de noviembre de 2010. Disponible en: [http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/Geopiracy\\_Spanish\\_4webNov25.pdf](http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/Geopiracy_Spanish_4webNov25.pdf).

76. Fleming, *Fixing the Sky...* op. cit., pp.167-8.

77. Goodell, *Cool the Planet...* op. cit., p.211.

palmente a intereses comerciales y militares, ¿por qué habríamos de esperar que el futuro fuera diferente?”<sup>78</sup>

## CONSERVACIONISMO POR LA MANIPULACIÓN DE LA TIERRA

La mayoría de las organizaciones ambientalistas que tienen conciencia de la geoingeniería, son muy críticas de la geoingeniería y creen firmemente que debemos enfocarnos en la búsqueda de soluciones reales a las causas de fondo del cambio climático. Sin embargo, entre aquellas que se identifican más bien como conservacionistas, existen algunas que aunque son escépticas a estas propuestas, están abiertas a que se haga investigación en geoingeniería; existen otras en la tradición eco-modernista, que creen que tecnologías como la geoingeniería pueden emplearse en beneficio de la humanidad.

El Fondo para la Defensa Ambiental (EDF, por sus siglas en inglés) es uno de los tres convocantes de la Iniciativa de Gobernanza de la Gestión de la Radiación Solar (Solar Radiation Management Governance Initiative) y apoya “la Investigación de campo transparente y de pequeña escala” y la “investigación sobre el desarrollo de las técnicas de remoción de dióxido de carbono”. Gernot Wagner, quien fundó junto con David Keith el Programa de Geoingeniería Solar de Harvard, trabajó previamente para la Oficina de Política y Análisis Económico de EDF. El Consejo de Defensa de los Recursos Naturales de Estados Unidos también ha dicho que es prudente apoyar dicha investigación, y la oficina del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF) en el Reino Unido ha salido en apoyo cauteloso de “enfoques de investigación en geoingeniería que busquen descubrir lo que es posible”.<sup>79</sup>

Entre los más entusiastas de la geoingeniería se incluyen eco-modernistas como Stuart Brand, autor del *Whole Earth Catalog*, quien pien-

---

78. Hamilton, *Earthmasters... op. cit.*, p. 133.

79. Jon Taylor, “Geoengineering—Useful Tool for Tackling Climate Change, or Dangerous Distraction?” WWF-UK, 6 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://blogs.wwf.org.uk>. “Geoengineering: Research is Prudent, But No Substitute for Carbon Pollution Cuts”. NRDC, 10 de febrero de 2015. Disponible en: <https://www.nrdc.org/media/2015/150210>.

sa que debería realizarse una “campana integral” a favor de las técnicas de geoingeniería.<sup>80</sup> El Instituto Breakthrough —un centro de investigación en Oakland, California, fundado por Michael Shellenberger y Ted Nordhaus—, promueve activamente soluciones de geoingeniería.<sup>81</sup>

El Grupo para la Atención de la Emergencia de Metano en el Ártico —un grupo de veteranos científicos que hicieron una intervención fútil en la Conferencia Climática de Cochabamba en 2009— advierte sobre la necesidad urgente de desplegar tecnologías de geoingeniería para “re-congelar el Ártico”, mientras que el teórico de Gaia, James Lovelock, ha sugerido que se piense a la geoingeniería como una “medicina planetaria”.<sup>82</sup>

---

80. Martin Lamonic, “Stewart Brand warms up to nukes, geoengineering”. CNET, 13 de abril de 2010. Disponible en: <https://www.cnet.com/news/stewart-brand-warms-up-to-nukes-geoengineering/>.

81. Colin McInnes, “Time to Embrace Geoengineering: Beyond Planetary Boundaries”. *Breakthrough*, 27 de junio de 2013. Disponible en: <http://thebreakthrough.org/programs/energy-and-climate/time-to-embrace-geoengineering>.

82. James Lovelock, “Medicine for a feverish planet: kill or cure?” *The Guardian*, 1 de septiembre de 2008. Disponible en: <https://www.theguardian.com/environment/2008/sep/01/climatechange.scienceofclimatechange>.



## DEFENDER A LA MADRE TIERRA: LA GEOINGENIERÍA Y LA RESISTENCIA INDÍGENA

La geoingeniería, es una perspectiva que trata al planeta viviente como una cosa susceptible de rediseñarse con ingeniería y cuyos principales proponentes son actores transnacionales. Por tanto, no resulta sorprendente que algunas de las más punzantes críticas a ésta provengan de los pueblos indígenas y sus movimientos, quienes defienden una relación más cuidadosa y para muchos sagrada, con la Madre Tierra, desde su cuidado en las comunidades locales. La noción de la geoingeniería proviene de una lógica que presenta al clima global y a otros sistemas naturales planetarios como procesos mecánicos que pueden alterarse mediante un hercúleo proyecto científico. En la mitología griega clásica, el más poderoso enemigo de Hércules era Anteo, el gigante que obtenía fuerza de su madre, la Tierra. Como Anteo, los movimientos indígenas del mundo se están preparando para construir el frente de resistencia contra los hercúleos proyectos extractivos de la industria de los combustibles fósiles, invocando los derechos de la Madre Tierra y la defensa de la tierra y el agua. La resistencia a la geoingeniería surge como parte de esa lucha.

En 2010, La Conferencia Mundial de los Pueblos sobre Cambio Climático y los Derechos de la Madre Tierra, realizada en Cochabamba, Bolivia, reunió a más de 35 mil personas, la mayoría de ellas indígenas, quienes emitieron un Acuerdo de los Pueblos, donde se rechaza explícitamente a la geoingeniería, y se la califica como una “falsa solución” a la crisis climática.<sup>83</sup>

También en Cochabamba dio inicio la campaña “No Manipulen la Madre Tierra” (Hands Off Mother Earth), contra los experimentos de

---

83. “Acuerdo de los Pueblos”. Conferencia Mundial de los Pueblos sobre el Cambio Climático y los Derechos de la Madre Tierra, 24 de abril de 2010. Disponible en: <https://cmpcc.wordpress.com/acuerdo-de-los-pueblos/>. El Acuerdo dice: “Por esta razón rechazamos los Tratados de Libre Comercio y Acuerdos de Asociación y toda forma de aplicación de los Derechos de Propiedad Intelectual sobre la vida, los paquetes tecnológicos actuales (agroquímicos, transgénicos) y aquellos que se ofrecen como falsas soluciones (agrocombustibles, geoingeniería, nanotecnología, tecnología Terminator y similares) que únicamente agudizarán la crisis actual”.

geoingeniería. Durante el lanzamiento de la campaña, Ben Powless, de la Nación Mohawk, de Canadá, en representación de la Indigenous Environmental Network (Red ambiental indígena), explicó:

Por demasiado tiempo los cuerpos y las tierras de nuestros pueblos se han usado para probar nuevas tecnologías. Ahora, en respuesta al cambio climático, esas mismas personas quieren poner a la Madre Tierra en riesgo con tecnologías de geoingeniería. No podemos darnos el lujo de amenazar a nuestro planeta de esta forma, especialmente cuando existen y están a la mano soluciones simples, justas y probadas.

No fue ésa la primera vez que los movimientos indígenas habían hablado sobre la geoingeniería. Un año antes, durante la Cumbre Global de los Pueblos Indígenas sobre Cambio Climático en Anchorage, Alaska, se emitió un reto claro a los Estados para que “abandonen las falsas soluciones al cambio climático que impactarán negativamente los derechos, tierras, aire, océanos, bosques, territorios y aguas de los pueblos indígenas [...] entre ellas la geoingeniería”.<sup>84</sup>

Estas declaraciones y otras similares deben comprenderse en el contexto de varias estrategias subsecuentes de geoingeniería que apuntan hacia las tierras y aguas de los pueblos indígenas. En 2007, Planktos Inc., había planeado realizar un experimento de fertilización oceánica alrededor de las islas Galápagos, lo cual afectaría las zonas de pesca tradicional de los pueblos; y en 2008, la empresa Ocean Nourishment Corporation de Australia tenía la intención de verter urea en el mar de Sulu, en el sureste de Asia, hogar de diversos grupos indígenas y pescadores artesanales que no fueron consultados. El experimento de más alto perfil fue el de la Haida Salmon Restoration Corporation (HSRC), empresa de geoingeniería fundada por el geoingeniero Russ George y cuyo personal se componía casi completamente de científicos no indígenas, aunque el proyecto se

---

84. “Report of the Indigenous Peoples’ Global Summit on Climate Change”. *Organización de las Naciones Unidas*, 24 de abril de 2009, <http://www.un.org/ga/president/63/letters/globalsummitoncc.pdf>.

presentó al mundo como una propuesta indígena apoyada por la comunidad Haida de Old Masset, en Haida Gwaii, en la costa del pacífico canadiense. De hecho, cuando quedó claro que la empresa no había cumplido con la ley canadiense, los directivos de la empresa apelaron a los reclamos de soberanía del pueblo Haida para defenderse e incluso enarbolaron una bandera Haida (en vez de una canadiense), mientras vertían hierro en el mar. Este proyecto de geoingeniería creó fuertes conflictos al interior de la comunidad indígena Haida en el archipiélago de Haida Gwaii, hasta el punto de que un torneo de basquetbol intra-isleño fue boicoteado en protesta contra el experimento. Más tarde, el Consejo de Jefes y la Nación Haida emitieron un rechazo claro a la estrategia de geoingeniería, firmado por Guujaw, presidente de la Nación Haida, aclarando que las acciones de la HSRC no reflejaban las de la Nación Haida. “Las consecuencias de interferir con la naturaleza en esta escala no son predecibles y representan riesgos inaceptables para el ambiente marino. Nuestro pueblo, junto con el resto de la humanidad, dependemos de los océanos y no podemos dejar el destino de estos al capricho de unos cuantos”.<sup>85</sup>

---

“Las consecuencias de interferir con la naturaleza en esta escala no son predecibles y representan riesgos inaceptables para el ambiente marino. Nuestro pueblo, junto con el resto de la humanidad, dependemos de los océanos y no podemos dejar el destino de éstos al capricho de unos cuantos.”

GUUJAW, Presidente de la Nación Haida, 2008

---

85. Guujaw, “Let it be known”. *Consejo de la Nación Haida*, 18 de octubre de 2012. Disponible en: <http://aptn.ca/news/wp-content/uploads/sites/4/2012/10/Haida.pdf>.

# CAPÍTULO VI

*La gobernanza de la geoingeniería*

## ¿ES POSIBLE GOBERNAR LA GEOINGENIERÍA?

Cuando se habla de la gobernanza de la geoingeniería, una primera pregunta sensata es si la geoingeniería, con sus enormes riesgos inherentes, la desigualdad de sus impactos, los efectos de largo plazo y las vastas implicaciones geopolíticas, militares, ambientales y de justicia global, podría en realidad ser “gobernada”<sup>1</sup>.

De manera particular, el despliegue de la gestión de la radiación solar (GRS) presenta aspectos de gobernanza potencialmente irresolubles, incluyendo su posible irreversibilidad y el hecho de que podría poner en peligro las fuentes de alimento y agua de miles de millones de personas en Asia y África, ya que sus efectos serían transfronterizos. Sin embargo, todas las estrategias propuestas de ingeniería, si fueran aplicadas en la escala espacio-temporal necesaria para influir en el clima, implicarán impactos graves e injustamente distribuidos.

La pregunta de si es posible gobernar la geoingeniería no sólo es válida, sino que su respuesta es urgente. Gobernanza no sólo significa el establecimiento de regulaciones para legalizar y permitir el desarro-

---

1. Una descripción de las técnicas y el impacto potencial de la geoingeniería pueden encontrarse en: <http://www.geoengineeringmonitor.org/>. Véase también: Grupo ETC y Fundación Heinrich Böll, “Cambio climático y espejismos. Geoingeniería: Resumen desde la sociedad civil”. Mayo de 2017. Disponible en: [http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/etc\\_geoeng\\_briefing\\_sept2017\\_esp\\_v3\\_o.pdf](http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/etc_geoeng_briefing_sept2017_esp_v3_o.pdf).

llo de una determinada tecnología. Prohibir una tecnología demasiado riesgosa también es un enfoque de la gobernanza, como ocurre en el caso del Tratado para la Prohibición de los Ensayos Nucleares<sup>2</sup> y la adopción por parte de la ONU de un Tratado sobre la Prohibición de las Armas Nucleares, en julio de 2017.<sup>3</sup> Las pruebas nucleares tuvieron impactos devastadores en algunas regiones y sobre varios pueblos indígenas. En el caso de la geoingeniería podemos evitar cometer el mismo error mediante el desarrollo preventivo de una gobernanza fuerte, precautoria y multilateral, a la medida de los riesgos que implica y antes que éstos ocurran.

---

La pregunta de si es posible gobernar la geoingeniería no sólo es válida, sino que su respuesta es urgente. Gobernanza no sólo significa el establecimiento de regulaciones para legalizar y permitir el desarrollo de una determinada tecnología. Prohibir una tecnología demasiado riesgosa también es un enfoque de la gobernanza.

“Gobernar la geoingeniería” no se refiere solamente al resultado al que se podría llegar en un futuro: el proceso de discusión para ello es parte del resultado. Actualmente, las discusiones actuales sobre geoingeniería y su posible estructura de su gobernanza privilegian enfoques tecnocráticos y de ingeniería, con intereses creados, tanto de muchos de los investigadores que la promueven, como de la industria de combustibles fósiles y otras, cuyos intereses económicos o geopolíticos se verían beneficiados con geoingeniería. Estas son las voces que dominan

- 
2. El Tratado de prohibición parcial de ensayos nucleares en la atmósfera, en el espacio exterior y bajo el agua, de 1963. Disponible en: <http://www.nti.org/learn/treaties-and-regimes/treaty-banning-nuclear-test-atmosphere-outer-space-and-under-water-partial-test-ban-treaty-ptbt/>. El Tratado de Prohibición Completa de los Ensayos Nucleares, A/50/1027, 1993. Disponible en: <https://www.un.org/disarmament/wmd/nuclear/ctbt/>.
  3. El Tratado para la prohibición de las Armas Nucleares, A/CONF.229/2017/8, 2017. Disponible en: <https://www.un.org/disarmament/ptnw/index.html>.

ahora la discusión. Un proceso tan desequilibrado solo puede resultar en propuestas de gobernanza sesgadas y anti-democráticas.

Este proceso sesgado evita también la pregunta fundamental sobre si necesitamos geoingeniería para enfrentar el cambio climático o si existen otras alternativas mucho más seguras y sustentables que podemos plantear, promover, desarrollar y hacia las cuales urge dirigir la voluntad política.

## EL SANTO GRIAL DE LAS “EMISIONES NEGATIVAS”

En 2015, el Acuerdo de París sobre Cambio Climático acordó la realización de esfuerzos para limitar el incremento de la temperatura por debajo de 2 °C por encima de los niveles pre-industriales, incluyendo la posibilidad de mantener la temperatura por debajo del 1.5 °C hasta el fin de este siglo.

Sin embargo, la suma de las contribuciones determinadas a nivel nacional (CDN) entregadas por cada país a la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) se traduce en un aumento global promedio de la temperatura de entre 2.9 y 3.4 grados.<sup>4</sup> Esta brecha constituye una grave preocupación que debe afrontarse con reducciones inmediatas y efectivas de las emisiones de gases con efecto invernadero, con cambios fundamentales en la matriz energética y en el modelo de producción y consumo industrial, comenzando por los pocos países que son responsables de más de dos tercios de todas las emisiones de GEI que nos afectan a todos.

El problema radica en que, en vez de avanzar en las medidas necesarias para reducir efectivamente las emisiones, ha comenzado a ganar fuerza la noción de “emisiones netas cero” o “emisiones negativas”, esto es, la idea de que es posible evitar reducir drásticamente las emisiones de GEI si los gases que se emiten se “compensan” por medios tecnológicos o de otro tipo.

---

4. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), *The Emissions Gap Report 2016: A UNEP Synthesis Report*, noviembre de 2016. Disponible en: <http://www.unep.org/emissionsgap/>.

Esta especulación de que con tecnología se podría mantener la meta de no subir la temperatura a más 1.5 grados, ha sido aprovechada por los promotores de la geoingeniería para escalar su discurso y presentar sus propuestas no como un plan de emergencia, sino como una medida “inevitable” que deberá adoptarse más temprano que tarde. También están usando este argumento para demandar más apoyo público y privado para sus investigaciones y experimentos.<sup>5</sup>

El dilema moral de esta ruta es que, dado que ninguna de las técnicas de geoingeniería pretende enfrentar las causas de fondo del cambio climático, las propuestas de geoingeniería pueden usarse para alejar la voluntad política de las soluciones reales. Son intervenciones pensadas sólo para contrarrestar parcialmente algunos de los síntomas del cambio climático. Sus causas profundas (por ejemplo, la creciente demanda y consumo de energía, la urbanización descontrolada, la industrialización, la deforestación, la agricultura no sustentable y los cambios en el uso del suelo) seguirían causando caos climático, lo que significaría que el despliegue de la geoingeniería crearía, además de otros impactos, un mercado “cautivo”.

## UN PUNTO DE PARTIDA

Aunque muchos defensores de la geoingeniería reconocen la necesidad de reducir drásticamente las emisiones de GEI para enfrentar el cambio climático (lo cual les sirve retóricamente para insistir en que la geoingeniería debería considerarse sólo como un complemento de esa reducción), sus investigaciones alimentan la ilusión de los políticos de que pueden continuar los altos niveles de emisiones. De ese modo, la atención que atraen las opciones especulativas de la geoingeniería ya

- 
5. Joshua B. Horton, David W. Keith y Matthias Honegger, “Implications of the Paris Agreement for Carbon Dioxide Removal and Solar Geoengineering”. *Viewpoints*, Proyecto sobre los Acuerdos Climáticos de Harvard, julio de 2016. Disponible en: [http://www.belfercenter.org/sites/default/files/legacy/files/160700\\_horton-keith-honegger\\_vp2.pdf](http://www.belfercenter.org/sites/default/files/legacy/files/160700_horton-keith-honegger_vp2.pdf). John Shepherd, “What does the Paris Agreement mean for geoengineering?” *The Royal Society, In Verba*, Entrada de Blog, 17 de febrero de 2017. Disponible en: <http://blogs.royalsociety.org/in-verba/2016/02/17/what-does-the-paris-agreement-mean-for-geoengineering/>.



está desviando recursos que podrían emplearse mejor en el desarrollo de alternativas para generar soluciones reales y permanentes a la crisis climática.

Un punto de partida para una discusión sobre cómo enfrentar el cambio climático debería ser el reconocimiento de que las estrategias tradicionales de reducción de emisiones, como la eficiencia energética, el reemplazo de los combustibles fósiles con energías renovables y el rediseño de las construcciones no será suficiente para alcanzar los objetivos del Acuerdo de París. La producción industrial y los patrones de consumo han excedido ya, por mucho, todos los límites planetarios.

Lo que necesitamos es una conversación honesta acerca de las rutas de reducción radical de las emisiones que trascienda el pensamiento económico convencional. También necesitamos estrategias seguras, socialmente justas y culturalmente apropiadas para pagar nuestra deuda de carbono mediante una restauración amplia pero cuidadosa de los ecosistemas naturales.

El desarrollo de las tecnologías de geoingeniería, o el rechazo de esas opciones, es una cuestión de deliberación y elección política y social. Aceptar la geoingeniería y todos sus injustos impactos, es una manera de decir que es preferible alterar nuestro planeta antes que el sistema económico imperante. Aceptar la geoingeniería no es una necesidad técnica o científica, sino una defensa de un *statu quo* fallido.

## LAS DISCUSIONES SOBRE GEOINGENIERÍA EN LA ONU

La Organización de Naciones Unidas ha sido sede, por más de una década, de discusiones sobre geoingeniería basadas en el enfoque precautorio y en consideraciones de carácter ambiental y social, cuyo centro de gravedad se ubica en el Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB). En éste se estableció una moratoria *de facto* a la fertilización oceánica en 2008,<sup>6</sup> y sobre la geoingeniería en general en 2010.<sup>7</sup> Un ámbito te-

---

6. CBD, COP 9, Decisión IX/16, Sección C, Parágrafo 4, 2008. <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=11659>.

7. CBD, COP 10, Decisión X/33 (w), 2010. <https://www.cbd.int/decision/cop/?id=12299>.

mático específico es el Convenio/Protocolo de Londres sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y otras Materias, que adoptó la decisión en 2013 de prohibir la geoingeniería marina (excepto para la investigación científica legítima).<sup>8</sup>

El CDB ha publicado dos informes sobre la geoingeniería que fueron ampliamente revisados por los gobiernos miembros, incluyendo un análisis sobre las estructuras jurídicas y regulatorias relacionadas con el Convenio y el posible papel que podrían desempeñar otros organismos del sistema de Naciones Unidas.<sup>9</sup>

La manipulación del clima ha sido objeto de interés militar por muchas décadas como medio de control del clima para propósitos hostiles. Los impactos del uso hostil de la modificación del clima que hizo Estados Unidos contra Vietnam condujeron a la adopción de la Convención sobre la Prohibición de Utilizar Técnicas de Modificación Ambiental con Fines Militares u Otros Fines Hostiles (ENMOD), en 1977 para prevenir la manipulación del ambiente como un medio para hacer la guerra.<sup>10</sup>

Algunos promotores de la geoingeniería han negado intencionalmente este debate, que lleva años en el seno de Naciones Unidas. Muchos defensores de la geoingeniería argumentan que la investigación y los experimentos pueden ser autorregulados y gestionados voluntariamente a partir de directrices éticas, códigos de conducta y medidas similares.<sup>11</sup>

---

8. Protocolo de Londres, Resolución LP. 4(8), LC 35/15, Anexo 4, 2013. Ratificaciones pendientes de entrar en vigor. [http://www.gc.noaa.gov/documents/resolution\\_lp\\_48.pdf](http://www.gc.noaa.gov/documents/resolution_lp_48.pdf).

9. Secretariado del CDB, "Geoengineering in Relation to The Convention on Biological Diversity: Technical and Regulatory Matters". CBD Technical Series, n. 66, Convenio sobre Diversidad Biológica, Montreal, septiembre de 2012. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-66-en.pdf>. Ver también P. Williamson y R. Bodle, "Update on Climate Geoengineering in Relation to the Convention on Biological Diversity: Potential Impacts and Regulatory Framework". Technical Series, n. 84, Secretariado del Convenio sobre Diversidad Biológica, Montreal, octubre de 2016. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-84-en.pdf>.

10. Convención sobre la prohibición de utilizar técnicas de modificación ambiental con fines militares u otros fines hostiles (ENMOD), 1977. Disponible en: <https://www.icrc.org/spa/resources/documents/misc/treaty-1976-enmod-convention-5tdm2l.htm>.

11. Ver, por ejemplo, Jeff Tollefson, "Asilomar geoengineering conference report released". *Nature News*, 8 de noviembre de 2010. Disponible en: [http://blogs.nature.com/news/2010/11/asilomar\\_geoengineering\\_confer.html](http://blogs.nature.com/news/2010/11/asilomar_geoengineering_confer.html).

Algunos piensan que tales enfoques se corresponden con el modelo que actualmente se suele aplicar en la gobernanza internacional en el contexto geopolítico actual, muchos de ellos esperan que algún tipo de autorregulación de la geoingeniería incipiente, servirían para evitar la aplicación de medidas internacionales más drásticas, como una prohibición total. La analista política Naomi Klein ha señalado que la tragedia de la actual gobernanza internacional del cambio climático es que el problema el cambio climático adquirió relevancia en el momento cúspide del llamado Consenso de Washington, cuando los gobiernos neoliberales no consideraron necesario tomar decisiones drásticas, sino que prefirieron la ineficacia de las medidas voluntarias y de las respuestas de mercado a un problema que requería una acción multilateral fuerte.<sup>12</sup> Sería un grave error reafirmar las posturas ideológicas que condujeron al mundo a la crisis climática actual en las discusiones sobre la gobernanza de la geoingeniería.

La autorregulación de los experimentos y despliegue de las técnicas de geoingeniería o su regulación parcial (sea temática, nacional o regional), son totalmente inadecuadas a la luz de la naturaleza transfronteriza, los enormes riesgos y la inequidad inherente de los impactos que implican las propuestas de geoingeniería del clima.

## NATURALEZA TRANSFRONTERIZA

Debido a que, por definición, la geoingeniería busca alterar intencionalmente los sistemas terrestres como la atmósfera, el ciclo del carbono e, implícitamente, el ciclo hidrológico, hablamos de una manipulación de naturaleza necesariamente transfronteriza. Puesto que sabemos muy poco del funcionamiento del ecosistema planetario en su conjunto y de sus subsistemas, entre los cuales se encuentra el clima, existe una

---

12. Naomi Klein, *This Changes Everything: Capitalism vs. the Climate*. Nueva York: Simon & Schuster, 2014. [Existe edición en español: Naomi Klein, *Esto lo cambia todo. El capitalismo contra el clima*. Barcelona: Paidós, 2015].

probabilidad significativa de que, en vez de mejorar el clima, la geoingeniería empeore la situación de forma inesperada.<sup>13</sup>

Algunos investigadores sostienen que la gobernanza de las propuestas de remoción de CO<sub>2</sub>, (RDC) deberían tratarse por separado de la gobernanza de las propuestas de manejo de la radiación solar (GRS), porque son técnica y espacialmente diferentes y presentan riesgos distintos. Sin embargo, varias de las tecnologías propuestas, ya sea que se las considere dentro del conjunto de las que buscan la remoción de dióxido de carbono o el manejo de la radiación solar, comparten características importantes que deben considerarse cuando se discute su posible gobernanza.

Por ejemplo, la fertilización oceánica, la inyección estratosférica de aerosoles y el blanqueado de nubes marinas, buscan todas ellas añadir grandes cantidades de compuestos químicos en ecosistemas dinámicos y frágiles.

Es cierto que algunas otras propuestas de RDC, de ser aplicadas, se realizarían a escala nacional, por lo que podrían caer bajo la regulación con leyes nacionales. Pero el objetivo de la ingeniería climática es, por definición, que se realice a una escala tal que afecte al clima global, independientemente si se trata de técnicas de GRS o RDC. Así, sería extremadamente peligroso dejar la decisión del despliegue de estas técnicas sólo a los gobiernos nacionales sin considerar los impactos transfronterizos y los efectos acumulativos.

La naturaleza transfronteriza de la geoingeniería y la desigual e injusta distribución de los impactos requiere que cualquier decisión sobre la experimentación y despliegue sea tomada en los ámbitos multilaterales, con la plena participación de aquellos que podrían ser afectados negativamente y considerando los impactos simultáneos y sinérgicos.

---

13. Raymond T. Pierrehumbert, "The trouble with geoengineers hacking the planet". *Bulletin of the Atomic Scientists*, Analysis, 23 de junio de 2017. Disponible en: <http://thebulletin.org/trouble-geoengineers-%E2%80%99Chacking-planet%E2%80%9D10858>.

## INVESTIGACIÓN Y GOBERNANZA: ¿EL HUEVO Y LA GALLINA?

Los promotores de la geoingeniería afirman frecuentemente que sus investigaciones y experimentos serían mejor “regulados” mediante lineamientos voluntarios y códigos de conducta. Algunos son un poco más cautos cuando se trata del despliegue en campo de las tecnologías, pero otros piensan que incluso eso podría regularse solamente con normas nacionales.

Ninguna de esas ideas se corresponde con los peligros potenciales de la geoingeniería, con su papel completamente disruptor de la política internacional y su carácter inherentemente transfronterizo. La mayoría de las investigaciones sobre geoingeniería no tienen el objetivo de ser meramente estudios teóricos, sino que están diseñadas para desarrollar una técnica o crear las condiciones para que avancen las propuestas concretas de geoingeniería.

Los experimentos a campo abierto, incluyendo los de pequeña escala, podrían crear situaciones de “lock-in” (cierran las opciones posteriores) o crear “trincheras”, como puntos para el agresivo avance de las tecnologías, “porque las elecciones sociales y tecnológicas están condicionadas por los compromisos, las normas o estándares tecnológicos preexistentes”,<sup>14</sup> como ya ha sucedido con la adopción de muchos otros desarrollos tecnológicos. Esto puede conducir a un sendero resbaladizo de demandar más experimentos de campo de magnitudes cada vez mayores, para probar nuevos aspectos de las tecnologías y, eventualmente, al completo despliegue de la geoingeniería.

Los experimentos funcionan además como *prueba del principio*, algo útil para la recaudación de fondos que financien más experimentos, con lo que eventualmente la geoingeniería terminará estando disponible para actores poderosos que podrían utilizarla unilateralmente para promover sus intereses. Incluso conocer y desarrollar las posibilidades técnicas de la geoingeniería tiene ya ramificaciones geopolíti-

---

14. Paul Oldham *et al.*, “Mapping the landscape of climate engineering”. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, v. 372, 2014, p. 2. Disponible en: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/372/2031/20140065>.

cas. De acuerdo con Raymond Pierrehumbert, catedrático de física de la Universidad de Oxford, “... ya es bastante malo el hecho de que Trump tenga en sus manos los códigos de lanzamiento de las armas nucleares. ¿Realmente queremos darle a alguien como él las herramientas para alterar también el clima del mundo?”<sup>15</sup>

La investigación en geoingeniería desvía recursos de la investigación urgente y necesaria sobre modos mejores y más justos para enfrentar el cambio climático. Si la investigación en geoingeniería se realiza a pesar de todo, debería estar limitada a discusiones abiertas y estudios en ambiente controlado, por ejemplo mediante la comparación de modelos computacionales que sirvan para aprender más sobre las condiciones climáticas y los impactos potenciales de la geoingeniería. Dicha investigación tendría que ser transparente, particularmente respecto a sus fuentes de financiamiento y a cualquier conflicto de intereses de los que realizan el estudio. Asimismo, toda investigación confinada debe realizarse poniendo especial atención en evitar efectos de condicionamiento tecnológico posterior y su posible uso político para la alteración de las políticas climáticas.

---

“Ya es bastante malo el hecho de que Trump tenga en sus manos los códigos de lanzamiento de las armas nucleares. ¿Realmente queremos darle a alguien como él las herramientas para alterar también el clima del mundo?”

RAYMOND PIERREHUMBERT, 2017.

---

15. Raymond T. Pierrehumbert, “The trouble with geoengineers hacking the planet”. *Bulletin of the Atomic Scientists*, Analysis, 23 de junio de 2017. Disponible en: <http://thebulletin.org/trouble-geoengineers-%E2%80%99Chacking-planet%E2%80%9D10858>.

## ¿ES POSIBLE UN CONSENSO GLOBAL?

Los eventos que condujeron a la elección de Donald Trump como presidente de Estados Unidos y su posterior decisión de abandonar el Acuerdo de París no sólo son una advertencia de la volatilidad política sino que muestran la complejidad de las condiciones reales para la gobernanza de la geoingeniería. El tipo de gobernanza que requiere la geoingeniería exige un consenso global sobre su desarrollo y empleo, en un marco democrático de plena participación y compromiso de todos los países. Un compromiso por décadas o más bien siglos. Si esa gobernanza emergiera, las naciones del mundo estarían negociando no sólo respecto a los volúmenes de carbono y de gases de efecto invernadero en la atmósfera y sobre las medidas para reducirlos, sino también respecto a una segunda variable: la cantidad de calor en la atmósfera y las técnicas empleadas para disminuirlo.

Hemos visto ya repetidamente fallar a la comunidad internacional en sus intentos de colaboración para enfrentar el cambio climático cuando había sólo una variable en torno a la cual debatir, es decir, los niveles de emisiones. Entonces ¿por qué habríamos de creer que es posible establecer el consenso fuerte y duradero necesario para gobernar las complejidades de la geoingeniería? Por ejemplo, en el caso de las técnicas de manejo de la radiación solar, se requeriría del control de la luz del sol, del control del calor atmosférico y de la regulación de los niveles de los gases de efecto invernadero.<sup>16</sup>

El Acuerdo de París, con todas sus limitaciones, parecía ser un consenso planetario sobre la dirección que debería asumir la acción global frente al cambio climático. Pero sólo se requirieron unos cuantos meses después de que entró en vigor para que el presidente Trump, en su carácter de líder del país que es el mayor contribuyente histórico al calentamiento global, anunciara que su país se retiraría del Acuerdo. ¿Qué habría pasado si se tratase del Acuerdo que supuestamente gobernaría a la geoingeniería y hubiese ya actividades desplegadas y en curso?

---

16. Steve Gardiner, "Is 'Arming the Future' with Geoengineering Really the Lesser Evil? Some Doubts About the Ethics of Intentionally Manipulating the Climate System". *Climate Ethics: Essential Readings*, Oxford, 2010. Disponible en: [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=1357162](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1357162).

## AMPLIO DEBATE SOCIAL EN PRIMER LUGAR

El prospecto de controlar las temperaturas globales genera serias preguntas en relación con el poder y la justicia global. ¿A quién le corresponde controlar el termostato de la Tierra y ajustarlo a la medida de sus intereses? ¿Quién tomará la decisión de desplegar técnicas de geoingeniería si tales medidas fueran consideradas técnicamente factibles, y qué intereses no serán considerados?

Debido a sus condiciones y factores inherentes se vuelve relevante para toda la sociedad —y principalmente para aquellos pueblos y regiones que serían adversamente afectados por la geoingeniería— una amplia deliberación social desde abajo sobre la geoingeniería y su gobernanza, incluyendo la posibilidad de ir más allá de una moratoria y establecer una prohibición.



## ALGUNOS ELEMENTOS PARA UNA DISCUSIÓN LEGÍTIMA SOBRE LA GOBERNANZA DE LA GEOINGENIERÍA

- La discusión debe estar basada en el principio de precaución, tomando en consideración y respetando las decisiones existentes tomadas por la ONU respecto a la geoingeniería, como las decisiones que llaman a una moratoria *de facto* y a una prohibición de la geoingeniería marina.
- La discusión no puede confinarse a temas relacionados con el clima solamente, dado que las consecuencias del despliegue de la geoingeniería rebasan con mucho el problema del clima. Incluyen, entre otros temas, su posible uso con fines hostiles, la equidad internacional, la justicia intergeneracional, sus impactos en otros ecosistemas como la biodiversidad y los océanos, y sus impactos en las economías locales y nacionales que dependen de esos ecosistemas, así como los derechos de los pueblos indígenas y campesinos.
- Debe fundamentarse en un riguroso debate sobre las alternativas ecológicamente sustentables y socialmente justas para enfrentar el cambio climático y sus causas. Debe basarse en trayectorias radicales para reducir emisiones que trasciendan el pensamiento económico convencional, como el abandono programado de los combustibles fósiles, cambiar a modelos agrícolas sustentables incluyendo agroecológicos y campesinos, así como reducciones reales en el consumo de recursos y energía globales, por ejemplo mediante enfoques de economía circular. Se debe proceder a una restauración sana y cuidadosa de los ecosistemas de todo el planeta, empezando por los bosques, selvas, praderas y océanos, con participación plena de las comunidades que habitan esos sistemas. Hasta que esto se haga, no existe razón alguna para creer que la geoingeniería es necesaria, y seguiremos considerándola una peligrosa desviación de recursos que nos aleja de enfoques seguros, socialmente justos y ecológicamente sostenibles.

- Debe basarse en discusiones participativas y transparentes sobre los impactos potenciales de la geoingeniería y la necesidad de la precaución, a nivel nacional y regional con plena participación de la sociedad civil, los movimientos populares y los pueblos indígenas. Estas deliberaciones sociales desde abajo deben alimentar las discusiones internacionales.
- La discusión a nivel internacional debe ser multilateral, transparente y sujeta a rendición de cuentas, donde todos los gobiernos puedan participar libremente y de manera democrática; esas deliberaciones deben estar abiertas al escrutinio público y con plena participación de las organizaciones de la sociedad civil, los pueblos indígenas y movimientos populares (especialmente aquellos más directamente afectados por el cambio climático), y rendir cuentas de sus resultados ante la ONU.
- Debe ocurrir libre de influencia corporativa, incluyendo dentro de ésta la intervención de filantropistas, para impedir que los intereses privados empleen su poder para determinar resultados favorables o que promuevan estrategias que sirvan a sus intereses comerciales.
- Debe contar con políticas obligatorias, públicas e inequívocas sobre el conflicto de intereses, para prevenir que los investigadores con intereses económicos en la geoingeniería pretendan actuar como “expertos independientes”.
- Debe respetar las leyes internacionales, incluyendo las relativas a la protección de la paz, la seguridad, los derechos humanos, los derechos indígenas, la biodiversidad y la soberanía nacional, particularmente las leyes para asegurar que cualquier actividad realizada en un país no ocasione daños al medio ambiente de otras naciones o los comunes globales y también respetar las leyes que prohíben actos hostiles de modificación ambiental.

- Debe tomar en cuenta las otras crisis concomitantes, especialmente las de los alimentos, el hambre, la pobreza, la desigualdad, la erosión de la diversidad biológica, la destrucción de los ecosistemas, la contaminación atmosférica y la acidificación de los océanos.
- Debe tener conciencia de que ni la gravedad de la crisis climática, ni la ausencia de conocimiento científico sobre otras alternativas pueden usarse como argumentos para justificar la experimentación de la geoingeniería, especialmente a la luz de posibles consecuencias no previstas y no deseadas.
- La discusión debe orientarse para que cualquier tipo de experimentación o despliegue de técnicas de geoingeniería en campo abierto sean precedidos de un estricto mecanismo multilateral global de gobernanza plenamente consensado por todos los países, especialmente los que serán afectados negativamente.
- Debe mantener abierta y vigente como opción de gobernanza, la prohibición total al despliegue de la geoingeniería

Para información detallada sobre las negociaciones intergubernamentales y las decisiones relativas a la geoingeniería en las Naciones Unidas, véase el anexo 1. El Anexo 2 ofrece información respecto a algunas de las iniciativas no gubernamentales de gobernanza.

# CAPÍTULO VII

*La ruta para avanzar*

## UN REALISMO RADICAL

La crisis climática es grave, pero fracasaremos en resolverla si reproducimos el paradigma de la razón técnica que originalmente produjo el caos climático. La crisis climática seguramente no será resuelta si dejamos la solución en manos de los “emperadores climáticos” y la camarilla de la geoingeniería, quienes están acumulando todo un arsenal para atacar los efectos climáticos pero no la patología subyacente. Lo que necesitamos urgentemente es actuar sobre las causas de fondo de la crisis climática e introducir un enfoque alternativo basado en un realismo radical. Las causas del cambio climático son ampliamente conocidas. La causa primordial es una civilización adicta al petróleo y al carbón con sus sistemas industriales de producción y consumo masivos. Sólo 10% de la población global es responsable de casi 50% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>.<sup>1</sup> Una eliminación gradual de toda la infraestructura existente para la explotación de petróleo, gas y carbón debe comenzar inmediatamente si somos serios respecto a la necesidad de enfrentar el cambio climático y proteger el futuro de nuestros hijos y nietos.

---

1. Lili Fuhr, “Radical Realism About Climate Change” *Project Syndicate*, 2016. Disponible en: <https://www.boell.de/en/2016/11/08/radical-realism-about-climate-change>.

Una de las alternativas radicales más promisorias no es, de hecho, siquiera una alternativa, sino una realidad, pero oculta a plena vista: la red campesina alimentaria integrada por campesinos y campesinas, pastores, huertas urbanas, pescadoras y pescadores, quienes ya son capaces de alimentar al 70% de la población mundial con menos del 25% de la tierra, el agua y los recursos.<sup>2</sup> Su trabajo previene emisiones y enfría la Tierra al mismo tiempo. El sistema alimentario industrial, en cambio, usa cerca del 80% de la tierra, el combustible y los recursos y es el mayor emisor de gases de efecto invernadero en el planeta.

---

Existen rutas ecológicamente seguras y socialmente justas para salir de la crisis climática que deben reconocerse y apoyarse. No podemos permitir que el miedo o la parálisis nos conduzcan a remiendos tecnológicos extremos y peligrosos como la geoingeniería.

No somos impotentes —incluso aquellos de nosotros que vivimos la mayor parte, o todas nuestras vidas fuera de la red alimentaria campesina. Podemos apoyar, expandir y/o desarrollar diversas alternativas para salir de la adicción a los combustibles fósiles, incluyendo el apoyo a los sistemas masivos y eficientes de transporte público, a las políticas de cero desperdicios y a las políticas que buscan limitar a los grandes emisores. Es posible la reducción del sobreconsumo y afianzar el rechazo al consumismo; la reducción de los viajes aéreos; la restauración de bosques y otros ecosistemas naturales con las comunidades, entre muchas otras posibilidades. Existen rutas ecológicamente seguras y socialmente justas para salir de la crisis climática que deben reconocerse y apoyarse. No podemos permitir que el miedo o la parálisis nos conduzcan a remiendos tecnológicos extremos y peligrosos como la geoingeniería.

---

2. Grupo ETC, *¿Quién nos alimentará? ¿La red campesina agroalimentaria o la cadena agroindustrial?* Edición 2017. Disponible en: <http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/etc-quienosalimentara-2017-es.pdf>.

## LO NORMAL ES RECHAZAR LA GEOINGENIERÍA

El rechazo es la respuesta abrumadoramente mayoritaria de los pueblos y la vasta mayoría de los gobiernos cuando reciben información básica sobre los mecanismos y condiciones de la geoingeniería. Los riesgos de la geoingeniería —que son demasiados y muy altos— la vuelven inaceptable (incluso muchos promotores de la geoingeniería afirman rechazarla, pero argumentan en su favor que es un mal menor o una póliza de seguro ante la emergencia). No obstante, a través de los canales usuales (los medios, la academia y gobiernos poderosos con recursos suficientes para exhibir su arrogancia y poder) la geoingeniería está pasando por un proceso de “normalización” para convertirse en una opción de respuesta al cambio climático en vez de ser vista por lo que realmente es: una obscena serie de propuestas que, si se llevaran a cabo, podrían devastar ecosistemas y comunidades enteras.

Un paso dentro del proceso de normalización de la geoingeniería consiste en convencer a los gobiernos y a la opinión pública que la “ciencia” (y, específicamente los escenarios del cambio climático del IPCC) ha determinado que ya rebasamos el umbral por el que la sola reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> puede salvarnos de la catástrofe climática. A este planteamiento lo sigue otro que dice que debemos recurrir “inevitablemente” a las técnicas de remoción de dióxido de carbono como mínimo. Esta racionalidad está frecuentemente acompañada de un desprecio o ignorancia del potencial de los sistemas naturales de remoción de CO<sub>2</sub> como los bosques y la restauración de los ecosistemas o las prácticas agroecológicas de campesinas, campesinos y agricultores en pequeña escala, entre muchas otras.

Aunque la situación climática es indudablemente grave, los modelos empleados por el IPCC están basados en una serie de parámetros (físicos, climáticos y económicos) que son estimaciones y que, por elección, disminuyen la relevancia de ciertas variables e interacciones mientras que amplían la de otros. Los modelos no son, por tanto, realidades fijas. Hay todavía mucho trabajo por hacer para analizar concienzudamente y criticar, por ejemplo, los modelos económicos convencionales sobre los que se extraen conclusiones acerca de las reducciones

de emisiones futuras.<sup>3</sup> Las profundas transformaciones requeridas en nuestras economías y sociedades para conducirnos a una situación climática justa que no sobrepase 1.5°C de aumento de la temperatura global promedio, representan un reto político enorme. Pero la geoingeniería no representa una alternativa viable. Existen razones políticas, sociales, culturales, ambientales, económicas, éticas, morales, intergeneracionales, de derechos (de las mujeres, de las y los trabajadores, de las y los campesinos y de los pueblos indígenas) para oponerse a ella, que además muestran que es innegablemente una falsa solución.

---

Las profundas transformaciones requeridas en nuestras economías y sociedades para conducirnos a una situación climática justa que no sobrepase 1.5°C de aumento de la temperatura global promedio, representan un reto político enorme. Pero la geoingeniería no representa una alternativa viable.

Se debe enfatizar y promover las mejores “alternativas” existentes, porque sus contribuciones actuales y potenciales son negadas de manera sistemática (como ocurre frecuentemente cuando se ponen sobre la mesa de discusión la agricultura y la agroecología campesina local).<sup>4</sup> Otras alternativas deben desarrollarse también. La geoingeniería distrae a los elaboradores de políticas de la urgencia de apoyar esas realidades y de desarrollar esas alternativas que son justas y viables.

- 
3. Ver, por ejemplo, Richard Rosen, “Is the IPCC’s 5th Assessment a Denier of Possible Macroeconomic Benefits from Mitigating Climate Change?” *Climate Change Economics*, v. 7, n. 1, 2016. Disponible en: <http://www.worldscientific.com/doi/pdf/10.1142/S2010007816400030>.
  4. Ver, por ejemplo, The Economist, “Special report: Feeding the World / The 9 billion-people question”. *The Economist*, 24 de febrero de 2011. Disponible en: <http://www.economist.com/node/18200618>.



## MANTENER Y REFORZAR LAS MORATORIAS

Las decisiones en el Convenio sobre Diversidad Biológica que establecieron una moratoria *de facto* a la geoingeniería, así como la decisión del Convenio/Protocolo de Londres de prohibir la fertilización oceánica y la geoingeniería marina,<sup>5</sup> son cruciales y deben mantenerse y reforzarse. Esas decisiones son importantes, particularmente para los gobiernos del Sur global y la sociedad civil porque constituyen una garantía de que los debates puedan realizarse y se puedan tomar decisiones justas, antes de sufrir los impactos de acciones unilaterales de geoingeniería llevadas a cabo por gobiernos poderosos o una coalición de éstos.

Dependerá de los gobiernos responsables y de la sociedad civil seguir defendiendo y profundizando estas decisiones, así como exhortar a otros gobiernos nacionales a cumplirlas. Ambas decisiones emblemáticas afirmaron la necesidad de aplicar un estricto enfoque precautorio para la geoingeniería. Cualquier foro de decisión política o discusión del sector privado sobre geoingeniería debe guiarse por la moratoria del CDB, una decisión tomada por consenso de 193 gobiernos.

Las discusiones que pretendan promover la geoingeniería fuera de este marco constituyen un esfuerzo explícito o implícito para socavar la noción de que necesitamos contar con marcos y políticas de gobernanza informadas, multilaterales, democráticas y transparentes sobre las propuestas de geoingeniería, incluyendo la posibilidad de su prohibición parcial o total.

La moratoria del CDB debe también protegerse contra el intento de algunos gobiernos de vaciarla de sentido, retirando el tema de la geoingeniería del ámbito del CDB, lo cual confinaría la discusión a una consideración estrecha de los efectos climáticos. Los impactos de la geoingeniería en la biodiversidad y en los pueblos indígenas, campesinos y comunidades locales que mantienen la biodiversidad y cuyos modos de vida dependen de ella, están y permanecerán bajo la jurisdicción del CDB. Adicionalmente, los impactos socioeconómicos, en la medida en que están vinculados a las condiciones de la biodiversidad, entran

---

5. Véase el capítulo 6: “La gobernanza de la geoingeniería”.

también en el mandato del CDB.<sup>6</sup> Ciertamente, otros organismos de las Naciones Unidas, principalmente la Asamblea General, deberían discutir las vastas implicaciones de la geoingeniería y podrían considerar una prohibición u otras medidas para prevenir acciones que provocaran mayores inequidades climáticas y/o impactos negativos geopolíticos, ambientales y a la salud. Paneles como el IPBES (Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas) y el IPCC, limitados por su mandato a la consideración más técnica, no están equipados para evaluar los impactos más amplios de la geoingeniería.

## DETENER LOS EXPERIMENTOS EN CAMPO ABIERTO

Para que cualquier técnica de geoingeniería tenga impacto sobre el clima global debe desplegarse a mega escala. Por ello no es posible realizar experimentos que demuestren la eficacia o seguridad de cualquier técnica de geoingeniería sobre el clima sin desplegar de hecho la tecnología. Por tanto, hablar de “experimentos” de geoingeniería es un oxímoron. Para tener un impacto significativo sobre el clima global, tendrían que ser tan grandes y realizarse por periodos tan prolongados que no podrían ser llamados experimentos. La experimentación y el despliegue serían indistinguibles, y los impactos y efectos secundarios no podrían revertirse.<sup>7</sup>

Los experimentos en campo abierto de “pequeña escala”, no ofrecerán información útil de los efectos sobre el clima de las técnicas de geoingeniería pero pueden servir para probar las herramientas y así establecer una “demostración” que podría alentar a los gobiernos a invertir en una técnica particular sin el debate social previo y exhaustivo, en ausencia de un marco de política de gobernanza democrático y acordado internacionalmente. Asimismo, cualquier experimento que no sea realizado para “propósitos científicos” y “en un ambiente controlado”, entre otras condiciones, viola la moratoria del CDB. Todos los

---

6. Así lo establecen los objetivos del CDB y el artículo 8j. <https://www.cbd.int/traditional/>.

7. Véase el capítulo 4. “El argumento contra la geoingeniería”.

experimentos en campo abierto de gestión de la radiación solar, deben realizarse necesariamente fuera de ambientes controlados y representan riesgos para otros territorios. Los experimentos de campo abierto pasan una línea roja política y no deben autorizarse.

## **TRABAJAR POR UNA PROHIBICIÓN**

Existen muchos argumentos para prohibir las tecnologías de geoingeniería, que no están probadas ni se pueden experimentar,<sup>8</sup> pero el riesgo de su posible uso como armas de guerra —con el potencial de provocar de paso una mayor alteración del clima global— es una enorme preocupación y esta posibilidad no puede ser ignorada por las Naciones Unidas. La naturaleza inherente del uso dual de la geoingeniería, como la de la modificación climática precedente, debería ser razón suficiente para que Naciones Unidas considere la adopción de una prohibición parcial o total de las tecnologías de geoingeniería.

## **AMPLIAR EL CONTEXTO Y LOS DEBATES SOCIALES.**

Las consecuencias e impactos potenciales de la geoingeniería deben discutirse en todo el mundo en diversos formatos de diálogo e incorporando una amplia diversidad de voces. Pero es absolutamente crucial y prioritario incluir a quienes serán más afectados por la geoingeniería y por el cambio climático, así como a quienes se encuentran más alejados de los centros de poder tecnológico (dominados por hombres provenientes del Norte global, occidentales, blancos y tecnofílicos), quienes ofrecen de entrada la geoingeniería como una “solución” creíble.

Las necesidades sociales y ecológicas, la gobernanza, la ética, la justicia climática, la geopolítica, los derechos humanos, los derechos de género y la equidad intergeneracional entre otras, deben integrar la agenda de discusión. Las deliberaciones deben comenzar desde las bases de la sociedad; si no, es poco probable que los graves riesgos y los

---

8. *Ibid.*

abrumadores retos de política y gobernanza que enfrentamos permanezcan claros y en el centro, de forma que las discusiones terminarían siendo sólo un ejercicio retórico.

## ¡NO MANIPULEN LA MADRE TIERRA!

La geoingeniería, como serie de técnicas y como idea política, no tiene que ver principalmente con el desarrollo de respuestas al cambio climático. Los geoingenieros no salieron a la luz pública simplemente para reducir la temperatura o reducir los gases de efecto invernadero; no buscan una corrección tipo “antropoceno”, en la que los seres humanos intentarían rectificar su propio impacto negativo sobre la Tierra y sus ecosistemas. La geoingeniería hace posible la reestructuración de la Tierra misma. No es un intento por borrar el antropos —el ser humano— del antropoceno, sino de poner al antropos por delante y en el centro. El prefijo *Geo*, derivado del griego *Gaia*, diosa de la Tierra, en términos científicos hace referencia al poder autoregulado y autoregenerador que proviene de la totalidad de los sistemas de la Tierra trabajando juntos. *Gaia* tiene también una raíz más antigua. Para las culturas indígenas la Madre Tierra, la Pachamama, es el espíritu maternal de la Tierra.

Intentar alterar el clima de la Tierra implica necesariamente la tecnologización e instrumentalización de *Gaia*. El concepto subyacente es transformar a *Gaia* misma, así como nuestra percepción y relación con ella. Sus climas, bosques, océanos y suelos se consideran en primer lugar “datos”: datos climáticos, sobre el carbono, sobre la reflectividad solar, que deben redirigirse, reformularse y administrarse. Los modelos nos dicen que si le inyectamos (un aerosol) por aquí, *Gaia* se debilitará por allá. Si blanqueamos una nube aquí, ella arderá allá. En última instancia el perfeccionamiento de la geoingeniería (la intervención humana en los sistemas terrestres) significa convertir al planeta en un ente teórico artificial que los seres humanos puedan programar, manipular y regular.

---

Las consecuencias e impactos potenciales de la geoingeniería deben discutirse en todo el mundo en diversos formatos de diálogo e incorporando una amplia diversidad de voces. Es absolutamente crucial incluir a quienes serán más afectados por la geoingeniería y por el cambio climático, así como a quienes se encuentran más alejados de los centros de poder tecnológico.

Las nociones de lo natural como algo distinto del hacer humano —nociones como lo silvestre, lo sagrado, lo impredecible y la trascendencia— son asépticamente removidas al construirse los modelos, las intervenciones y las metáforas de la naturaleza como máquina o computadora. Así como nos hemos acostumbrado a vivir en ambientes sintéticos como las ciudades, así nuestro planeta entero es replanteado como un hábitat sintético. Incluso el color del cielo es determinado por la paleta del geoingeniero.

Para aquellos que ya viven en las ciudades y en ambientes de construcción humana, la re-producción de los sistemas terrestres “a nuestra propia imagen” puede parecer un paso muy pequeño, pero para quienes aún están cercanos a los ecosistemas naturales, esta idea cambia significativamente las realidades de su existencia y de su relación con la naturaleza. Para todos nosotros, pero especialmente para las y los campesinos, pescadores artesanales, pastores, los pueblos indígenas y todas aquellas comunidades que directamente dependen de e interactúan con la biodiversidad para su vida, entregar el control de las palancas de los procesos naturales a los geoingenieros (si eso fuera posible) representa no sólo una pérdida existencial profunda, sino también un riesgo colosal. Si algo sale mal —y así será— podría amenazar la subsistencia de países y regiones enteras, especialmente en Asia, África y América Latina. Para avanzar, la geoingeniería tiene que negar la com-

plejidad, el dinamismo y la interconexión entre los ecosistemas y con las culturas, así como la diversidad de culturas que constituyen la Madre Tierra.

Por lo tanto, una respuesta social enérgica al gran fraude que es la geoingeniería debe abordar no sólo las deficiencias técnicas de los remedios propuestos, sino también expresar sin ambigüedad y desde el inicio, por qué mirar la Tierra como una máquina que debe repararse, representa una visión profundamente errónea de nuestro hogar común. Por todo ello, responder a la geoingeniería no es una tarea reservada a los científicos, tecnólogos, evaluadores de riesgos, “ambientalistas” o “especialistas” en política climática. Esta respuesta involucra necesariamente a todos los que habitamos este planeta de maneras diversas e interdependientes. red de organizaciones y comunidades involucradas en las deliberaciones y activismo contra la geoingeniería deben entonces incluir a las organizaciones de mujeres, a los sindicatos, a las y los campesinos, pescadores, comunidades religiosas, a las y los ecologistas, a las organizaciones de jóvenes, a las organizaciones campesinas, a los pueblos indígenas y más. Como lo expresaron las organizaciones fundadoras de la campaña “¡No manipulen la Madre Tierra!”, en Cochabamba, Bolivia, en 2011, profundizar el control tecnológico de los sistemas planetarios sólo empeorará las cosas. Más bien, este es el momento de permitir y apoyar que los ecosistemas diversos puedan recuperarse. Restaurar nuestro hogar junto y desde la diversidad de culturas y modos de desarrollarnos en armonía con la naturaleza. A los geoingenieros y todos aquellos dedicados a alterar las relaciones vitales entre las comunidades y en la Madre Tierra, les seguiremos insistiendo: nuestro planeta no es su laboratorio. **¡No manipulen la Madre Tierra!**



# ANEXO I

*La geoingeniería en Naciones Unidas*



## LA GEOINGENIERÍA EN EL CONVENIO SOBRE DIVERSIDAD BIOLÓGICA

El Convenio sobre Diversidad Biológica de las Naciones Unidas (CDB) discute la geoingeniería desde 2007. El CDB tiene ahora 196 países miembro (Partes), que lo convierten en un “tratado universal”. Sin embargo, Estados Unidos no es Parte del CDB.

La geoingeniería, incluyendo la fertilización oceánica, ha sido objeto de negociaciones en cinco Conferencias de las Partes (COP), que resultaron en decisiones de consenso y adoptadas por más de 190 gobiernos en la COP 9 (Alemania, 2008), la COP 10 Japón, 2010), la COP 11 (India, 2012), la COP 12 (Corea, 2011) y la COP 13 (México, 2016).

Antes de esas decisiones, el CDB elaboró y presentó a revisión diez documentos de información para discutirse antes de las COP en las reuniones del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (OSACTT), en sus reuniones 13, 14, 16, 18 y 19, realizadas entre 2007 y 2016.

El CDB ha producido tres informes dictaminados por pares en su Serie de Informes Técnicos: TS 45, sobre la Síntesis Científica de la Fertilización Oceánica sobre la Biodiversidad Marina (2009);<sup>1</sup> TS 66, sobre

---

1. *Scientific Synthesis of the Impacts of Ocean Fertilization on Marine Biodiversity*. Secretariado del Convenio sobre Diversidad Biológica, Technical Series, n. 45, 2009. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-45-en.pdf>.

los Aspectos Técnicos y Regulatorios de la Geoingeniería en Relación con el CDB (2012);<sup>2</sup> y el TS 84, una actualización sobre la Ingeniería del Clima en Relación con el CDB: Impactos Potenciales y Estructura Regulatoria (2016).<sup>3</sup>

En 2008, después de varias rondas de discusiones y de tomar en cuenta el llamado a tener “extrema precaución”, proveniente del Convenio de Londres,<sup>4</sup> el CDB tomó por consenso la decisión IX/16 C, llamando a una moratoria sobre la fertilización oceánica, exhortando a los gobiernos a asegurarse de que ninguna actividad de fertilización oceánica tendrá lugar hasta que sea cubierta una serie de rigurosos requerimientos, incluyendo el del “establecimiento de un mecanismo regulatorio y de control global, transparente y eficaz”. Extracto de la decisión CDB IX/16:

Tomando en cuenta los análisis científicos y jurídicos que se están llevando a cabo bajo los auspicios del Convenio de Londres (1972) y Protocolo de Londres (1996), *pide* a las Partes e *insta* a otros gobiernos, de conformidad con el enfoque precautorio, asegurarse de que no se lleven a cabo actividades de fertilización de los océanos hasta tener base científica suficiente para justificarlas, en particular hasta tener una evaluación de los riesgos asociados y haber establecido un mecanismo de control y reglamentación mundial, transparente y efectivo, para estas actividades, salvo las investigaciones científicas de pequeña escala en aguas costeras. Estos

- 
2. *Geoengineering in Relation to the Convention on Biological Diversity: Technical and Regulatory Matters*. Secretariado del Convenio sobre Diversidad Biológica, Technical Series, n. 66, septiembre de 2012. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-66-en.pdf>.
  3. *Update on Climate Geoengineering In Relation To The Convention On Biological Diversity: Potential Impacts And Regulatory Framework*, Secretariado del Convenio sobre Diversidad Biológica, Technical Series, n. 84, octubre de 2016. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-84-en.pdf>.
  4. Una historia de las negociaciones sobre la geoingeniería en la Convención de Londres y su Protocolo puede encontrarse en: “Ocean Fertilization under the LC/LP”. Organización Marítima Internacional. Último acceso: 29 de octubre de 2017. <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/EmergingIssues/geoengineering/OceanFertilizationDocumentRepository/OceanFertilization/Pages/default.aspx>.

estudios sólo deberían autorizarse si lo justifica la necesidad de reunir datos científicos concretos, y también deberían someterse a una evaluación exhaustiva previa de los efectos potenciales de las investigaciones sobre el medio ambiente marino, y estar estrictamente controlados, y no ser utilizados para generar ni vender bonos de carbono, ni para ningún otro fin comercial.<sup>5</sup>

Después de esta decisión, en 2010, el CDB adoptó una decisión histórica de consenso sobre una moratoria *de facto* de la geoingeniería en general, para asegurar que, congruente con su decisión previa respecto a la fertilización oceánica, “ninguna actividad de geoingeniería relacionada con el clima que pueda afectar la biodiversidad tenga lugar, hasta que exista una adecuada base científica que justifique tales actividades y se hayan considerado apropiadamente los riesgos asociados para el ambiente y la biodiversidad, así como los impactos sociales, económicos y culturales asociados”. Extracto de la decisión CDB X/33:

Asegurar, de conformidad y en armonía con la decisión IX/16 C sobre fertilización de los océanos y diversidad biológica y cambio climático, a falta de mecanismos de control y mecanismos normativos con base científica, mundiales, transparentes y eficaces para geoingeniería, y de acuerdo con el enfoque de precaución y el artículo 14 del Convenio, que no se lleven a cabo actividades de geoingeniería relacionadas con el clima que puedan afectar a la diversidad biológica hasta que no haya una base científica adecuada que justifique dichas actividades y no se hayan considerado de manera apropiada los riesgos conexos para el medio ambiente y la diversidad biológica, y los impactos sociales, económicos y culturales relacionados, excepto estudios de investigación científica de pequeña escala que se realizarían en un entorno controlado de acuerdo con el artículo 3 del Convenio, y solamente si están justificados por la necesidad de recopilar da-

---

5. Convenio sobre Diversidad Biológica, “Decisión adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica en su Novena Reunión”. Convenio sobre Diversidad Biológica, 2008, Sección C, Párrafo 4: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-09/cop-09-dec-16-es.pdf>.

tos científicos específicos y son sometidos a una minuciosa evaluación previa de los posibles impactos en el medio ambiente;

(x) Asegurarse de que las actividades de fertilización de los océanos se aborden conforme a la decisión IX/16 C, teniendo en cuenta la labor del Convenio de Londres/Protocolo de Londres;<sup>6</sup>

En esta decisión, en la definición de geoingeniería, “la captura y almacenamiento de carbono de combustibles fósiles” (pero no la de bioenergía) no se consideró técnica de geoingeniería por el CDB.<sup>7</sup>

Ambas moratorias dejan abierto el espacio para experimentos de “pequeña escala”, pero sólo “si están justificados para recopilar datos científicos” y con una lista de requerimientos previos que deben cumplirse antes de realizar el experimento, entre los que se incluyen una evaluación de impacto ambiental exhaustiva; que se realicen en un “ambiente controlado” (por tanto, no en campo abierto); y asegurarse de que no ocurrirán impactos transfronterizos. En el caso de la fertilización oceánica, también se afirma que cualquier experimento realizado “no puede usarse para generar y vender bonos de carbono o para cualquier otro propósito comercial”. El Convenio sobre Diversidad Biológica

---

6. “Decisión adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica en su Décima Reunión”. Convenio sobre Diversidad Biológica, 2010, Parágrafo 8(w) y 8(x). <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-33-es.pdf>.

7. La nota 76 de la decisión X/33 (nota 3 en la versión en castellano) dice: “Sin perjuicio de futuras deliberaciones sobre la definición de actividades de geoingeniería, entendiendo que cualquier tecnología que reduzca deliberadamente la insolación solar o aumente el secuestro de carbono de la atmósfera a gran escala que pueda afectar a la diversidad biológica (excluyendo el secuestro y el almacenamiento de carbono procedentes de combustibles fósiles cuando capturan dióxido de carbono antes de que se liberado a la atmósfera) debería ser considerada una forma de geoingeniería que resulta pertinente al Convenio sobre la Diversidad Biológica hasta que se pueda elaborar una definición más precisa. Se señala que la insolación solar se define como una medida de la energía de la radiación solar recibida en una superficie dada a una hora dada y que el secuestro de carbono se define como el proceso de aumento del contenido de carbono de un reservorio/depósito que no sea la atmósfera”. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-33-es.pdf>.

abrió un capítulo especial en su página electrónica acerca de los detalles de las negociaciones y decisiones que se han realizado en su seno por más de una década.<sup>8</sup>

Los gobiernos Parte del CDB consideran que estas decisiones son muy relevantes, hasta el punto de que tres experimentos de geoingeniería fueron interrumpidos después de haber sido denunciados como violaciones de las decisiones del CDB: el experimento de fertilización oceánica LOHAFEX, co-organizado por la India y Alemania;<sup>9</sup> el experimento privado de fertilización oceánica de la Haida Salmon Restoration Corporation (HSRC), cerca de Haida Gwaii, en Canadá;<sup>10</sup> y un experimento diseñado para probar equipo para la gestión de la radiación solar, del proyecto SPICE (Inyección Estratosférica de Partículas para la Ingeniería del Clima), en Reino Unido.<sup>11</sup>

En este espíritu, la discusión sobre geoingeniería en la COP 13, en 2016<sup>12</sup> fue breve porque ya había sido discutido el tema en la reunión 19 del OSACTT y las recomendaciones de este órgano, llegaron a la COP sin corchetes (es decir, sin áreas de desacuerdo), puesto que todas las diferencias habían sido resueltas por el OSACTT. Aunque la decisión advierte que sólo unos cuantos países habían informado sobre sus actividades relacionadas con la geoingeniería, de acuerdo con lo requerido

- 
8. La historia de décadas de negociaciones dentro del Convenio sobre Diversidad Biológica y de informes generados está recopilada en: "Climate-related Geoengineering and Biodiversity". Convenio sobre Diversidad Biológica, Página electrónica. Último acceso: 29 de octubre de 2017: <https://www.cbd.int/climate/geoengineering/>.
  9. Quirin Schiermeier, "Ocean fertilization experiment suspended". *Nature News*, 14 de enero de 2009. Disponible en: <http://www.nature.com/news/2009/090114/full/news.2009.26.html>.
  10. Grupo ETC, "Estudio de caso: Fertilización oceánica cerca del archipiélago Haida Gwaii". 28 de marzo de 2013. Disponible en: <http://www.etcgroup.org/es/content/estudio-de-caso-fertilizaci%C3%B3n-oce%C3%A1nica-cerca-del-archipi%C3%A1lago-haida-gwaii>.
  11. Grupo ETC, "Say no to the Trojan Horse". Comunicado de prensa, 27 de septiembre de 2011. Disponible en: <http://www.etcgroup.org/content/say-no-trojan-hose>.
  12. "Decisión adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. XIII/14. Geoingeniería relacionada con el clima". Convenio sobre Diversidad Biológica, 8 de diciembre de 2016. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-13/cop-13-dec-14-es.pdf>.

por la decisión XI/20, ello no significa que los países no se preocupan por el asunto. Por el contrario, el hecho es que la mayoría de los países no está dedicado ni tiene la intención de avanzar en ninguna forma de geoingeniería, ni siquiera en la investigación y, por tanto, no tenían nada que informar.

La decisión del CDB de 2016 reafirmó la aplicación del enfoque precautorio y las obligaciones de los Estados para evitar daños transfronterizos. También enfatizó los requerimientos de evaluación de impacto ambiental que “pueden ser relevantes para las actividades de geoingeniería, pero son aún una base incompleta para la regulación global”, argumento que refuerza la necesidad de mantener las moratorias.

En sus estudios sobre la estructura jurídica y regulatoria, el CDB enlista distintos órganos del sistema de Naciones Unidas, cuya área de trabajo y mandato serían afectados o violados por la geoingeniería y deberían, por tanto, desempeñar un papel relacionado con su gobernanza, incluyendo evidentemente al Convenio mismo.

## **LA SOCIEDAD CIVIL Y LOS GEOINGENIEROS SOBRE LA MORATORIA DEL CDB**

Dentro del CDB, opera la llamada Alianza CDB, conformada por más de 400 organizaciones de la sociedad civil, así como la Red Global de Jóvenes por la Biodiversidad (Global Youth Biodiversity Network, GBYN) y el Foro Indígena Internacional sobre Biodiversidad (International Indigenous Forum on Biodiversity, IIFB), quienes han trabajado activamente para lograr y mantener ambas moratorias.

Aunque el CDB es, por mucho, el órgano de Naciones Unidas más activo y representativo en el que se discute la geoingeniería y en el que se han establecido instrumentos clave de gobernanza relacionados con el mandato y la constitución del Convenio, los promotores de la geoingeniería han realizado una sistemática campaña pasiva-agresiva que pretende denigrar sus decisiones. El comportamiento de los geoingenieros muestra cuán influidos están por el debate estadounidense, un país que ni siquiera es parte del Convenio. No obstante, dado que el CDB

se considera un tratado universal, la diplomacia exige que todos los países respeten sus decisiones.

Los argumentos explícitos de los geoingenieros y sus aliados sostienen que las decisiones del CDB no son vinculantes y que la moratoria a la geoingeniería fue redactada en un lenguaje exhortativo. Este argumento también lo usan un puñado de gobiernos —todos ellos sede de programas de geoingeniería, y de algunas empresas comerciales—, para cuestionar si la decisión es realmente una moratoria.

Empero, todas las decisiones tomadas en una Conferencia de las Partes de Naciones Unidas son vinculantes para sus miembros, porque para ser Parte, cada país debe firmar, ratificar y comprometerse a seguir las decisiones del Convenio. Aunque la palabra “moratoria” no está en el texto, todas las Partes están explícitamente invitadas a asegurarse que ninguna actividad de geoingeniería tenga lugar a menos que una considerable lista de requisitos sea cubierta, incluyendo “considerar adecuadamente los riesgos asociados para el ambiente y la biodiversidad y los impactos sociales, económicos y culturales asociados”.

Además, la fuerza de una decisión en Naciones Unidas no sólo tiene que ver con su texto sino con la importancia que los gobiernos y la sociedad civil otorgan a esa decisión y cómo ésta se usa y se defiende. En el caso de la geoingeniería, una amplia mayoría de sus miembros considera las decisiones de la mayor relevancia y equivalentes a una moratoria. La interrupción de los tres experimentos de geoingeniería citados arriba<sup>13</sup> se basó en la afirmación de la moratoria, lo cual demuestra el peso diplomático de dichas decisiones.

## **LA CONVENCIÓN ENMOD: ¿GUERRA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO O SÓLO GUERRA?**

Muchas técnicas de geoingeniería tienen propósitos militares latentes y su despliegue podría violar la Convención ENMOD que prohíbe utilizar técnicas de modificación ambiental con fines hostiles. La Conven-

---

13. Para más información, véanse los casos de estudio 3 y 6 en el capítulo 3.

ción ENMOD está vigente desde 1978 y ha sido ratificada por 77 Estados.<sup>14</sup> Además de prohibir el uso de la modificación ambiental compromete a las Partes a “no utilizar técnicas de modificación ambiental con fines militares u otros fines hostiles que tengan efectos vastos, duraderos o graves, como medios para producir destrucciones, daños o perjuicios a otro Estado Parte” (Artículo 1).

El Artículo 11 define las técnicas de modificación ambiental: “todas las técnicas que tienen por objeto alterar —mediante la manipulación deliberada de los procesos naturales— la dinámica, la composición o estructura de la Tierra, incluida su biótica, su litosfera, su hidrosfera y su atmósfera, o del espacio ultraterrestre”. Esta definición comprende a muchas de las tecnologías de geoingeniería que actualmente se investigan y se encuentran en desarrollo.

La Convención ENMOD no prohíbe la modificación ambiental con fines pacíficos, de modo que sólo sería aplicable directamente a la geoingeniería si ésta fuese explícitamente desarrollada o desplegada como un medio para hacer la guerra. Sin embargo, una vez que las herramientas han sido desarrolladas, digamos que con el objetivo de aliviar los síntomas del cambio climático, ¿quién se asegurará que no serán empleadas con fines hostiles? ¿Qué ocurrirá si el “uso pacífico” de la geoingeniería ocasiona daños no deseados?

A la luz de la posibilidad inherente en la geoingeniería de tener un uso dual, y en concordancia con el Artículo 5 de la ENMOD, que permite a una de las Partes solicitar la supervisión de la actividad de otra Parte si la primera “ha sido dañada o es probable que sea dañada como resultado de la violación de la Convención”, ENMOD podría supervisar las iniciativas de algunas de sus Partes para planear, apoyar o conducir experimentos de modificación ambiental (geoingeniería) que pudieran

---

14. Convención sobre la prohibición de utilizar técnicas de modificación ambiental con fines militares u otros fines hostiles (ENMOD), Oficina de Naciones Unidas para Asuntos sobre Desarme, octubre de 1978. <https://www.un.org/disarmament/geneva/enmod/>.



ocasionar efectos amplios, de larga duración o severos y que pudieran causar un daño o perjuicio potencial a otra u otras Partes.<sup>15</sup>

## EL CONVENIO DE LONDRES, CAC Y LA GEOINGENIERÍA MARINA

El Convenio de Londres sobre la Prevención de la Contaminación del Mar por Vertimiento de Desechos y Otras Materias, de 1972, también conocida como Convenio de Londres y su correspondiente protocolo, (Protocolo de Londres) de 1996, son acuerdos internacionales que regulan el vertimiento de residuos en los océanos. El Convenio y el Protocolo han adoptado, por tanto, decisiones sobre la geoingeniería marina, especialmente respecto a la fertilización oceánica y a la captura y almacenamiento de carbono (CAC).

En 2006, el Protocolo de Londres se enmendó para cubrir los aspectos transfronterizos de la CAC, como los flujos de CO<sub>2</sub> para su almacenamiento en formaciones geológicas debajo del lecho marino. Se diseñaron directrices y un formulario de evaluación para este fin. El Convenio debe emitir un permiso para autorizar el almacenamiento de CO<sub>2</sub> en formaciones geológicas debajo del lecho marino en un territorio nacional. Sin embargo, la exportación transfronteriza de CO<sub>2</sub> para CAC está prohibida, de acuerdo con el Artículo 6 del Protocolo de Londres, que no permite la exportación de residuos y de otros materiales para su vertimiento en el ambiente marino. Una enmienda de este artículo ha sido aprobada pero no ha entrado en vigor y el avance del proceso de ratificación es lento.<sup>16</sup>

- 
15. Según el Entendimiento 1 de la Convención ENMOD, los daños están definidos como sigue (y cualquiera de ellos es suficiente para ser considerado una violación del Tratado): (a) “amplio”: que comprenda un área cuya superficie sea de varios cientos de kilómetros cuadrados; (b) “de larga duración”: que dure un periodo de varios meses, o aproximadamente una estación del año; y (c) “severo”: que implique una alteración o daño significativo a la vida humana, natural y a los recursos económicos u otros activos.
16. Tim Dixon *et al.*, “Update on the London Protocol – Developments on transboundary CCS and on geoengineering”. *Energy Procedia*, v. 63, 2014. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1876610214025132>.

Respecto a la fertilización oceánica, los órganos de gobierno del Convenio y Protocolo de Londres respaldaron, en 2007, “una declaración de preocupación respecto a la fertilización con hierro de los océanos para capturar CO<sub>2</sub>”, elaborada por sus grupos científicos, y exhortaron a los Estados “a emplear la máxima precaución al considerar propuestas para la realización de operaciones de fertilización oceánica a gran escala”. En la misma decisión, el Protocolo de Londres adoptó la perspectiva de que “dado el estado actual del conocimiento respecto a la fertilización oceánica, las operaciones a gran escala no están justificadas”. En 2008, el órgano de gobierno reafirmó la resolución previa y fue más allá al acordar que

Dado el estado actual del conocimiento, las actividades de fertilización oceánica distintas a la investigación científica legítima no deben permitirse. Para este fin, tales otras actividades deben ser consideradas contrarias a los fines del Convenio y el Protocolo y actualmente no califican para ninguna exención respecto a la definición de vertimiento establecida en el Artículo 3.1 (b) del Convenio y el Artículo 1.4.2 del Protocolo.<sup>17</sup>

En 2010, se desarrolló y adoptó una “estructura exhaustiva de evaluación para la investigación científica que involucra la fertilización oceánica”, para asegurar que cualquier propuesta de fertilización oceánica esté dirigida sólo para propósitos científicos y no sea contraria a los fines del Convenio y Protocolo de Londres.<sup>18</sup>

En 2013, después de discusiones adicionales, el Protocolo de Londres avanzó en adoptar una decisión más amplia y prohibir la geingenie-

---

17. “Regulation of Ocean Fertilization (Resolution LC-LP.1)”. Comisión Oceanográfica Internacional, 31 de octubre de 2008. Disponible en: [http://www.ioc-unesco.org/index.php?option=com\\_oe&task=viewDocumentRecord&docID=5580](http://www.ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=5580).

18. Para una historia más detallada de la discusión sobre la fertilización oceánica en la Convención/Protocolo de Londres, véase: Duncan E.J. Carrie, “A brief primer on ocean fertilization at the CBD and London Convention and Protocol”. Grupo ETC, 2012. Disponible en: <http://www.etcgroup.org/content/brief-primer-ocean-fertilization-cbd-and-london-convention-and-protocol>.

ría marina.<sup>19</sup> La decisión aplica para las tecnologías que están incluidas en uno de sus anexos, que hasta la fecha sólo enlista la fertilización oceánica porque otras técnicas aún no han sido consideradas ampliamente por el Protocolo.<sup>20</sup>

Las resoluciones del Convenio/Protocolo de Londres en relación con la geoingeniería marina y la CAC son altamente relevantes, particularmente en el contexto de las decisiones sobre fertilización oceánica y otras técnicas de geoingeniería dentro del CDB, que tiene un mayor número de Partes.<sup>21</sup>

## LA POSICIÓN DE LA ASAMBLEA GENERAL DE NACIONES UNIDAS RESPECTO A LA FERTILIZACIÓN OCEÁNICA

La fertilización oceánica también fue objeto de negociaciones en la Conferencia de Naciones Unidas sobre Desarrollo Sostenible (Río+20), en junio de 2012. El documento de resultados, titulado *El futuro que queremos*, establece en el párrafo 167 que:

(167) Destacamos nuestra preocupación por los posibles efectos ambientales de la fertilización de los océanos. En este sentido, recordamos las decisiones sobre la fertilización de los océanos adoptadas por los organismos intergubernamentales competentes y decidimos seguir ocupándonos con la mayor cautela de la fertilización de los océanos, de conformidad con el principio de precaución.

---

19. Resolución 4(8), Protocolo de Londres, 2013. Disponible en: [http://www.gc.noaa.gov/documents/resolution\\_lp\\_48.pdf](http://www.gc.noaa.gov/documents/resolution_lp_48.pdf).

20. Resolución LP.4 (8), Convención de Londres/Protocolo de Londres, LC 35/15.

21. El Convenio sobre Diversidad Biológica tiene 196 Estados Partes, mientras que la Convención/Protocolo de Londres tienen menos de 100. Ver “Map of Parties to the London Convention/London Protocol by August 2017”. Organización Marítima Internacional, agosto de 2017. Disponible en: <http://www.imo.org/en/OurWork/Environment/LCLP/Documents/Parties%20to%20the%20London%20Convention%20and%20Protocol%20Aug%202017.pdf>.

Debe advertirse que en el contexto de esta resolución, el uso del término “recordamos” significa reiterar o atraer la atención a las decisiones ya adoptadas y confirma que las decisiones del CDB y del Convenio y Protocolo de Londres son aún vigentes, y que los Estados permanecen preocupados por los potenciales impactos ambientales de la fertilización oceánica. La declaración fue después confirmada en la Resolución A/RES/66/288 de la Asamblea General de Naciones Unidas.

## **LA CONVENCIÓN MARCO DE NACIONES UNIDAS SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO, EL ACUERDO DE PARÍS Y LA GEOINGENIERÍA**

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) no ha considerado a la geoingeniería como tal en su agenda oficial. La CDB ha debatido el tema de la captura y almacenamiento de carbono (CAC) desde 2005, y éste ha sido un tópico muy controvertido. A pesar de la controversia, durante la COP 16 en 2010, se aprobó que la CAC se incluyera dentro de los Mecanismos de Desarrollo Limpio.<sup>22</sup>

En 2014 se llevó a cabo una Reunión de Expertos Técnicos sobre CAC. Desafortunadamente, en lugar de una discusión abierta sobre todos los aspectos de la tecnología (incluyendo sus riesgos, impactos, viabilidad y eficacia), el evento fue básicamente un escaparate de las propuestas para CAC impulsadas por la corporaciones, entre ellas, las de la industria petrolera, para vender estas tecnologías a los gobiernos, para buscar distintos grados de apoyo público, así como el de la CDB.<sup>23</sup>

En 2015, la CDB aprobó el Acuerdo de París, que establece una meta de limitar el incremento de la temperatura global promedio (Artículo 2) y los medios para alcanzar esa meta (Artículo 4).

---

22. Decisión COP/CMP 7/CMP.6, Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climáticos (CMNUCC), 15 de marzo de 2011: <http://unfccc.int/resource/docs/2010/cmp6/spa/12a02s.pdf#page=>.

23. “ADP Technical Expert Meetings: Carbon capture, use and storage”. Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), 21 de octubre de 2014: <http://unfccc.int/bodies/awg/items/8421.php>.

El Artículo 2 del Acuerdo de París establece:

(1) El presente Acuerdo, al mejorar la aplicación de la Convención, incluido el logro de su objetivo, tiene por objeto reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello: (a) **Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2°C con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1.5°C con respecto a los niveles preindustriales**, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático; [...]

El Artículo 4 del Acuerdo establece:

(1) Para cumplir el objetivo a largo plazo referente a la temperatura que se establece en el artículo 2, las Partes se proponen lograr que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero alcancen su punto máximo lo antes posible, teniendo presente que las Partes que son países en desarrollo tardarán más en lograrlo, **y a partir de ese momento reducir rápidamente las emisiones de gases de efecto invernadero, de conformidad con la mejor información científica disponible, para alcanzar un equilibrio entre las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros en la segunda mitad del siglo**, sobre la base de la equidad y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza (énfasis añadido).

La adopción del Acuerdo de París también incluyó la decisión de convocar un diálogo facilitador en 2018 para registrar el progreso hacia las metas referidas en el Artículo 4 y para la preparación de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (CMNUCC, por sus siglas en inglés).<sup>24</sup>

---

24. "Facilitative Dialogue 2018". Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. <http://unfccc.int/items/10265.php>.

Antes del Acuerdo, los gobiernos habían hecho compromisos voluntarios de reducciones de GEI, en la COP 16 de Cancún, México. Después del Acuerdo de París, cada una de las Partes tenía que entregar un plan a la CMNUCC de sus NDC para enfrentar el cambio climático. Cuando esos compromisos fueran consolidados, la suma arrojaría un incremento promedio de la temperatura global de entre 2.9°C y 3.4°C, según el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).<sup>25</sup> Varios puntos del Acuerdo de París (así como la brecha que aparece entre las NDC y las metas del Acuerdo de París) han sido interpretados por los investigadores y promotores de la geoingeniería como una oportunidad para introducir sus propuestas. Los puntos principales a los que hacen referencia son, por ejemplo, de mantener el incremento en la temperatura “muy por debajo de los 2°C” (que, según el IPCC requeriría de un recorte drástico de las emisiones de GEI, hasta en más de 70% antes del año 2050, aunque los efectos acumulativos de algunos GEI continúen),<sup>26</sup> combinado con la posibilidad de posponer o evitar efectuar esas reducciones, por medio del “logro de un balance” entre las emisiones y la captura. Algunos investigadores enfatizan el papel de la gestión de la radiación solar para disminuir la temperatura, mientras que otros enfatizan las propuestas de remoción de dióxido de carbono o una mezcla de varias tecnologías. Otros claman cínicamente por la utilización de un “cóctel” de geoingeniería (como si la crisis climática fuera una fiesta), mezclando tecnologías de ambos tipos para alcanzar esas metas.<sup>27</sup>

---

25. Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), *The Emissions Gap Report 2016: A UNEP Synthesis Report*, noviembre de 2016. Disponible en: <http://www.unep.org/emissionsgap/>.

26. “Climate Change 2014 Synthesis Report Summary for Policymakers”. Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, 2014. Disponible en: [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5\\_SYR\\_FINAL\\_SPM.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf).

27. “Could ‘cocktail geoengineering’ save the climate?” Carnegie Institution for Science, 24 de julio de 2017. Disponible en: <https://www.sciencedaily.com/releases/2017/07/170724105044.htm>.

## OTROS TRATADOS QUE PODRÍAN SER VIOLADOS POR LOS EXPERIMENTOS Y EL DESPLIEGUE DE GEOINGENIERÍA

Más allá de los mencionados arriba, existen otros tratados con provisiones relativas a la geoingeniería que podrían ser violadas por los experimentos y el despliegue de las técnicas. Entre ellos se incluyen el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono y el Protocolo de Montreal; el Convenio sobre la Contaminación Atmosférica Transfronteriza a Larga Distancia (Europa, LRTAP); el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC); La Convención de Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar (CNUDM); el Tratado sobre el Espacio Ultraterrestre; la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD); El Convenio sobre Acceso a la Información, Participación del Público en la Toma de Decisiones y Acceso a la Justicia en Materia de Medio Ambiente (Convención de Aarhus, Europa); el Sistema del Tratado Antártico.

La lista también incluye a instituciones multilaterales con mandatos relacionados con las actividades de geoingeniería y sus impactos, específicamente la Asamblea General de Naciones Unidas, la Asamblea Ambiental de Naciones Unidas, el Consejo de Seguridad Internacional de Naciones Unidas, la Corte Penal Internacional, la Corte de Justicia Internacional, el Consejo de Derechos Humanos de Naciones Unidas y la Organización Meteorológica Mundial, entre otras.<sup>28</sup>

---

28. Para más detalles sobre los tratados y las instituciones relacionadas con la geoingeniería, véanse: “The regulatory framework for climate geoengineering”. Convenio sobre Diversidad Biológica, 2012, capítulos 3 y 4, pp. 123-140. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/publications/cbd-ts-66-en.pdf>. También, Grupo ETC, *Geopiratería. Argumentos contra la geoingeniería*. Comunicado n. 103, 24 de noviembre de 2010. Disponible en: [http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/Geopiracy\\_Spanish\\_4webNov25.pdf](http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/Geopiracy_Spanish_4webNov25.pdf).

# ANEXO II

*Iniciativas no gubernamentales para  
la gobernanza de la geoingeniería*



Todas las iniciativas no gubernamentales existentes para la gobernanza de la geoingeniería tienen su sede en países del Norte global, principalmente en América del Norte, el Reino Unido y Alemania. La mayoría de ellas tienen su sede en la academia y el principal centro de su atención ha sido la gobernanza de la investigación y de los experimentos. La gran mayoría hace referencia a directrices voluntarias, códigos de conducta e iniciativas similares de autoregulación para la investigación y la experimentación, aunque también la mayoría reconoce que los gobiernos tendrían que decidir, en última instancia, si las técnicas de geoingeniería serían desplegadas. Como ocurre con la camarilla de la geoingeniería, la mayoría de los principales actores que participan en estas iniciativas de gobernanza son hombres blancos europeos o estadounidenses, lo cual no es de sorprender, dado que la geoingeniería —en tanto que remiendo tecnológico para una crisis climática ocasionada por países y empresas del Norte global—, es una criatura de los científicos del norte.

En 2010 se realizó una conferencia internacional sobre “intervención climática” en Asilomar, en la costa del Pacífico, en California, Estados Unidos, convocada por dos organizaciones de ese país. Su objetivo era desarrollar una guía para “la comunidad científica” para autogobernarse en materia de investigación y experimentación en geoingeniería. La elección del lugar fue inspirada por la reunión de Asilomar

de 1975 sobre el ADN recombinante, en la cual se estableció una guía voluntaria para la autorregulación de la ingeniería genética y que fue decisiva para persuadir al Congreso de Estados Unidos de que era innecesario legislar el control de la tecnología, por lo que la supervisión y la regulación de los organismos genéticamente modificados se retrasó décadas. La Conferencia de 2010 reunió a 175 científicos y empresarios de la geoingeniería, de los cuales sólo cuatro provenían de países en desarrollo.

## **INICIATIVA PARA LA GOBERNANZA DE LA GESTIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR: PREDICAR EN EL SUR**

A partir de la publicación de su informe sobre la geoingeniería de 2009, la Royal Society de Reino Unido inició la llamada Iniciativa de gobernanza de la gestión de la radiación solar (SMRGI, por sus siglas en inglés), la cual, entre otras cosas, se convirtió en un foro para la negociación de los “estándares mínimos para la regulación de la investigación” que serían recomendados por la institución.<sup>29</sup> La SMRGI fue establecida para vincularse con los científicos, gobiernos y sociedad civil, particularmente en los países en desarrollo, y discutir propuestas de GRS (SRM en inglés).

El proyecto fue iniciado por la Royal Society, la Academia de Ciencias del Tercer Mundo, con sede en Trieste, Italia y el Fondo para la Defensa Ambiental con sede en Washington, DC, Estados Unidos. Aunque la sede de esta iniciativa y su conducción provienen del Norte, busca principalmente organizar reuniones en el Sur global.

La Iniciativa se describe a sí misma como “un proyecto internacional, conducido por organizaciones no gubernamentales que busca expandir la conversación global acerca de la gobernanza de la investigación de geoingeniería para la gestión de la radiación solar”,<sup>30</sup> particu-

---

29. Royal Society, *Geoengineering the climate: Science, governance and uncertainty*. Londres: Royal Society, 2009, p. xii. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4912582/#CR71>.

30. “Mission”. Solar Radiation Management Governance Initiative. Último acceso: 29 de octubre de 2017. <http://www.srmgi.org/about/mission/>.

larmente en países en desarrollo y en economías emergentes.<sup>31</sup> Afirma “no tener una postura sobre la investigación y el uso de la GRS”, pero servir para promover diálogos. Sin embargo, la fuerte presencia de integrantes de la camarilla de la geoingeniería en su grupo de trabajo inicial<sup>32</sup> dejó una huella indeleble en el proyecto. El director de proyecto, Andy Parker, se caracteriza como un “escéptico reticente” pero incapaz de descartar los argumentos a favor de la investigación en GRS.<sup>33</sup>

Desde 2010, la Iniciativa ha convocado a académicos, científicos y algunos funcionarios gubernamentales, así como a unos cuantos representantes de la sociedad civil provenientes de países clave para discutir la GRS y temas relacionados a ésta, aunque en sus reuniones incluye muy pocos críticos, según puede observarse por los informes de las reuniones.<sup>34</sup>

## **EL C2G2: IMPULSANDO LA NORMALIZACIÓN DE LA GOBERNANZA DE LA GEOINGENIERÍA**

En 2017 se estableció una nueva iniciativa para la gobernanza de la geoingeniería, la Iniciativa Carnegie para la Gobernanza de la Geoingeniería del Clima (Carnegie Climate Geoengineering Governance Initiative, C2G2). Su objetivo es incorporar las visiones y las perspectivas de un espectro más amplio de organizaciones que avancen en la discusión y en la creación de una gobernanza de la geoingeniería. Su trabajo se basa en la premisa de que la interpretación de la gobernanza de la geoingeniería se ha limitado a la comunidad científica y de investigación, y de que existe una necesidad de llevar esa discusión a la “arena política global... promoviendo una discusión amplia en toda la

---

31. “Join the Global Conversation”. Solar Radiation Management Governance Initiative. Último acceso: 29 de octubre de 2017. <http://www.srmgi.org/>.

32. “Previous Working Group”. Solar Radiation Management Governance Initiative. Último acceso: 29 de octubre de 2017. <http://www.srmgi.org/about/previous-working-group/>.

33. Ver, por ejemplo, Andy Parker, “Presentation from the Solar Radiation Management Workshop held July 7, 2016 at the University of the West Indies, Mona Campus, in Kingston, Jamaica”. Video disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=h6tO26oqp8g>.

34. Ver: “SRMGI events”. <http://www.srmgi.org/events/>.

sociedad acerca de los riesgos, beneficios potenciales y retos éticos y de gobernanza que representa la geoingeniería del clima”.<sup>35</sup> Al igual que la Iniciativa sobre la gestión de la radiación solar, la C2G2 afirma públicamente ser neutral respecto a la geoingeniería, ni a favor ni en contra de la experimentación o uso potencial, pues enfatiza que tal decisión “corresponde a la sociedad”.<sup>36</sup>

Janos Pasztor dirige la C2G2. Pasztor es un veterano del sistema de Naciones Unidas que encabezó el equipo de apoyo sobre cambio climático del ex-secretario general Ban-Ki Moon. La mayoría de los integrantes del equipo de la C2G2 también eran parte del equipo de Pasztor en la ONU. Su red y esfera de influencia en la ONU le han servido para avanzar este proyecto. En su año inaugural la iniciativa ha llevado la propuesta de discusión de la gobernanza de la geoingeniería al más alto nivel de algunas agencias y organismos internacionales de la ONU, así como de las iglesias y organizaciones religiosas, al tiempo que ha organizado eventos paralelos y seminarios en varios procesos intergubernamentales. La C2G2 ha introducido el tema de la geoingeniería entre el cuerpo diplomático y funcionarios gubernamentales de alto nivel en varios países clave. También ha participado en algunas reuniones nacionales organizadas por la Iniciativa para la gobernanza de la gestión de la radiación solar (SRMGI) en algunos países en desarrollo, en los que ha planteado cuestiones de gobernanza que van más allá de la GRS.

En un esfuerzo por demostrar su “neutralidad” la C2G2 creó un grupo asesor, conformado por integrantes de diversos antecedentes académicos, de gobierno, de la ONU, de la investigación y de la sociedad civil, provenientes de países industrializados y en desarrollo, que representan intereses que van desde la promoción hasta la oposición a la geoingeniería, así como posturas intermedias. Se espera que los integrantes del grupo asesor ofrezcan consejos sobre los temas sustantivos relacionados con el trabajo de la C2G2, pero no es un órgano que tome decisiones. El grupo asesor, dada su naturaleza diversa y perspectivas

---

35. Iniciativa Carnegie para la Gobernanza de la Geoingeniería del Clima, “Carnegie Climate Geoengineering Governance Initiative (C2G2)”. Consejo Carnegie para la Ética en los Asuntos Internacionales. Último acceso: 29 de octubre de 2017. <https://www.carnegie-council.org/programs/ccgg>.

36. *Ibid.*

divergentes respecto a la geoingeniería no tiene la expectativa de alcanzar un consenso en sus posiciones. Consecuentemente las posiciones de la C2G2 no reflejan las opiniones del grupo asesor.<sup>37</sup>

Al ser una iniciativa de alto perfil, la reivindicación de neutralidad hecha por esta iniciativa se ha sometido a un riguroso escrutinio.<sup>38</sup> Varios integrantes de la camarilla de la geoingeniería perciben a esta iniciativa como una oportunidad para avanzar su trabajo,<sup>39</sup> y de hecho, los promotores de la geoingeniería en general se esmeran en participar activamente en las reuniones convocadas por la C2G2, pero también algunos críticos.

Sorprende que dada su enfática declaración de neutralidad, la C2G2 adoptara recientemente una postura institucional sobre geoingeniería. A fines de 2017, la C2G2 expresó que entre sus prioridades estaban “posponer la geoingeniería solar hasta que I) se conozcan mejor los riesgos y beneficios potenciales, y II) se alcancen acuerdos sobre las estructuras de gobernanza necesarias para su despliegue”.<sup>40</sup> La C2G2 explica su “objetivo de alcanzar un equilibrio entre aquellos interesados en investigar la geoingeniería solar para ver si existe suficiente mérito

---

37. “C2G2 Advisory Group”. Consejo Carnegie para la Ética en los Asuntos Internacionales. Último acceso: 29 de octubre de 2017. <https://www.carnegiecouncil.org/programs/ccgg/advisory-group>. Elenita Daño, Co-Directora Ejecutiva del Grupo ETC, es miembro del Consejo Asesor.

38. Raymond T. Pierrehumbert, “The trouble with geoengineers hacking the planet”. *Bulletin of the Atomic Scientists*, 2017. Disponible en: <http://thebulletin.org/trouble-geoengineers-%E2%80%99Chacking-planet%E2%80%9D10858>.

39. Jeff McMahon, “As Humans Fumble Climate Challenge, Interest Grows in Geoengineering”. *Forbes.com*, 24 de septiembre de 2017. Disponible en: <https://www.forbes.com/sites/jeffmcmahon/2017/09/24/interest-rises-in-geoengineering-as-humans-fail-to-mitigate-climate-change/#10b9a206472a>.

40. La formulación es intencional: “posponer” (put on hold, en el original) suena mucho como una moratoria, pero es una frase que no tiene impacto jurídico. La segunda prioridad del C2G2 es: “Asegurar que el despliegue de la geoingeniería solar sea pospuesta hasta que (i) los riesgos y beneficios potenciales sean mejor conocidos, y (ii) se acuerden las estructuras de gobernanza necesaria para el despliegue... órganos internacionales como la Asamblea Ambiental de la ONU, la CMNUCC y la Asamblea General de la ONU, deben poner esto [la geoingeniería solar] en sus agendas, así como la Convención de Londres”. Consejo Carnegie para la Ética en los Asuntos Internacionales. Véase “Priority Two: Putting Solar Geoengineering Deployment on Hold”. Sin fecha. <https://www.c2g2.net/wp-content/uploads/C2G2-Priority2.pdf>.

en relación a los riesgos, para su potencial despliegue, y aquellos que quieren asegurarse de que el despliegue de la geoingeniería solar no ocurra por temor a empeorar la situación”.<sup>41</sup>

Esta postura refleja la perspectiva que el promotor de la GRS e integrante de la camarilla de la geoingeniería David Keith y el abogado ambiental Edward Parson, articularon en 2013; ellos también buscan alcanzar un equilibrio entre los científicos “que quieren implementarla” y “los legítimos intereses sociales...”,<sup>42</sup> lo cual les otorgaría la libertad de proceder con su investigación. Keith y Parson explican que si el costo es “una modesta carga regulatoria aplicada por los gobiernos”,<sup>43</sup> ellos están dispuestos a pagarlo. No sorprende que los geoingenieros piensen en esos términos, pero sí que la Iniciativa Carnegie de Janos Paztor —que afirma no estar “ni a favor ni en contra” de la geoingeniería— se preocupe por lograr “un equilibrio”. El debate sobre los méritos y los déficits de la geoingeniería y su gobernanza corresponde a la ONU después de recoger los resultados de amplios debates sociales desde abajo, no intentando lograr “un equilibrio” entre los geoingenieros y el resto de la sociedad.

## **EL GRUPO DE TRABAJO ACADÉMICO SOBRE LA GOBERNANZA INTERNACIONAL DE LA INGENIERÍA DEL CLIMA**

El Foro para la Evaluación de la Ingeniería del Clima es una iniciativa de la Escuela de Servicios Internacionales de la Universidad Americana, en Washington DC, compuesta principalmente por académicos. Este foro se constituyó en 2013, “después de reconocer que la conversación sobre las respuestas de la ingeniería climática o “geoingeniería del clima” crecían rápidamente en importancia, aunque eran muy res-

---

41. “C2G2 Priorities”. Consejo Carnegie para la Ética en los Asuntos Internacionales. Último acceso: 29 de octubre de 2017. <https://www.c2g2.net/c2g2-priorities/>.

42. Edward A. Parson y David W. Keith, “End the Deadlock on Governance of Geoengineering Research”. *Science*, 15 de marzo de 2013. Disponible en: <http://science.sciencemag.org/content/339/6125/1278>.

43. *Ibid.*

tringidas en términos del espectro de actores e intereses involucrados”. El Foro para la Evaluación de la Ingeniería del Clima creó más tarde un Grupo de Trabajo Académico sobre la Gobernanza Internacional de la Ingeniería del Clima, grupo internacional de académicos reunidos para ofrecer sus perspectivas respecto a la gobernanza internacional de la investigación y despliegue potencial de la ingeniería del clima, centrándose especialmente en las tecnologías propuestas para la gestión de la radiación solar.<sup>44</sup>

El staff del Foro para la Evaluación de la Ingeniería del Clima ha tratado de recoger distintas opiniones sobre la GRS, publicando una mezcla de documentos de crítica y promoción de la geoingeniería.<sup>45</sup> Su consejo asesor incluye a un puñado de integrantes regulares de la camarilla de la geoingeniería.<sup>46</sup>

El Grupo de Trabajo Académico sobre la Gobernanza Internacional de la Ingeniería del Clima no pretende ser “neutral” respecto a la geoingeniería, sino que más bien busca rutas de gobernanza de la GRS, que facilite su investigación y despliegue bajo ciertas condiciones.<sup>47</sup>

---

44. Los integrantes de este Grupo de Trabajo Académico deberían aparecer en esta página electrónica, pero en ella sólo aparecen los miembros del equipo de trabajo: “Academic Working Group on International Governance of Climate Engineering”. Foro para la Evaluación de la Ingeniería del Clima. Último acceso: 29 de octubre de 2017. <http://ceassessment.org/staff-group/awg/>.

45. Por ejemplo, este sesgado “estudio” sobre los informes: David Morrow, “International Governance of Climate Engineering”. FCEA Working Paper Series, n. 001. Disponible en: <http://ceassessment.org/wp-content/uploads/2017/06/Morrow-WPS001.pdf>.

46. Por ejemplo, en su Consejo Asesor, puede encontrarse a Jane Long, Tom Ackermany Doug MacMartin. “Board of Advisors Meeting 2.16.17”. Foro para la Evaluación de la Ingeniería del Clima, 16 de febrero de 2017. Disponible en: <http://ceassessment.org/board-of-advisors-meeting-2-16-17/>.

47. “Academic Working Group Fourth Meeting Report”. Foro para la Evaluación de la Ingeniería del Clima. Último acceso: 29 de octubre de 2017. <http://ceassessment.org/academic-working-group-fourth-meeting-report/>.

LOS  
AUTORES  
DE ESTE  
INFORME



## **EL GRUPO ETC • [www.etcgroup.org](http://www.etcgroup.org)**

Trabaja sobre las consecuencias socioeconómicas y ecológicas de las nuevas tecnologías que podrían tener impacto en los pueblos del mundo, especialmente los más pobres y vulnerables. Investigamos la erosión ecológica (incluyendo la erosión de las culturas y los derechos humanos); el desarrollo de nuevas tecnologías (entre ellas las agrícolas, la genómica, la manipulación de la materia); y vigilamos los temas de la gobernanza global, incluyendo la concentración empresarial y del comercio de tecnologías. Operamos en el ámbito político global y colaboramos con organizaciones aliadas de la sociedad civil y movimientos populares, especialmente en África, Asia y América Latina.

## **BIOFUELWATCH • [www.biofuelwatch.org](http://www.biofuelwatch.org)**

Biofuelwatch ofrece información y apoyo y realiza campañas en relación con los impactos climáticos, ambientales, de derechos humanos y de salud pública, de las operaciones a gran escala de la bioenergía y la bioeconomía. Promovemos la toma de decisiones políticas sobre el uso del suelo y los permisos ambientales que prioricen la protección del clima, el medio ambiente, la justicia social, la salud pública y una ciudadanía activa. En el Reino Unido, el centro de nuestro trabajo son los biocombustibles y la generación de electricidad a partir de biomasa. Nuestro trabajo internacional se centra actualmente en los riesgos que implica el desarrollo de la biotecnología para la “bioeconomía” (manipulación genética de los cultivos, los árboles y los microbios), así como en los enfoques de la geoingeniería del clima que afectarían los suelos, como la captura y almacenamiento de dióxido de carbono.

## **FUNDACIÓN HEINRICH BÖLL • [www.boell.de/en](http://www.boell.de/en)**

Los objetivos que impulsan las ideas y las acciones de la Fundación Heinrich Böll están relacionados con la promoción de la democracia y el respeto a los derechos humanos, la realización de acciones que prevengan la destrucción de los ecosistemas globales, el avance de la equidad entre hombres y mujeres, la garantía de la paz, mediante la prevención de conflictos en zonas de crisis y la defensa de la libertad de los individuos frente al excesivo poder económico y político. Mantenemos una vinculación estrecha con el Partido Verde Alemán (Alianza 90 / Los Verdes) y actuamos como un centro de investigación y difusión de ideas para proyectos y visiones verdes. Somos parte de una red internacional que comprende más de 100 proyectos asociados en aproximadamente 60 países. La Fundación Heinrich Böll trabaja de manera independiente y nutre un espíritu de apertura intelectual.



El gran fraude climático: el caso contra la geoingeniería  
Este informe expone el contexto, los objetivos, actores y los rápidos desarrollos actualmente en marcha para impulsar la manipulación del clima. Actualmente, los geoingenieros plantean que debemos aceptar estas peligrosas composturas tecnológicas porque no ven otra alternativa para frenar o prevenir el caos climático.

Desde que se publicó el informe sobre la Geopiratería, la narrativa ha evolucionado de tal manera que ahora busca estimular la creciente preocupación pública por la crisis climática. Mientras que las tecnologías continúan desarrollándose, los objetivos continúan siendo los mismos: desde ajustar el termostato de la Tierra, hasta cambiar la química de los océanos. Las propuestas de la geoingeniería representan riesgos inaceptables para los pueblos y para el medio ambiente.