

## Geoingeniería: resumen desde la sociedad civil

# Cambio climático y espejismos

**En los últimos 10 años, un pequeño pero creciente grupo de gobiernos y científicos, la mayoría provenientes de los países más poderosos y más contaminadores el clima en el mundo, ha estado presionando para que se considere políticamente la geoingeniería, la manipulación del clima gran escala por medios tecnológicos.**

La geoingeniería es inherentemente de alto riesgo y sus efectos negativos se distribuirán inequitativamente. Debido a esto, la geoingeniería se ha presentado frecuentemente como “Plan B” para confrontar la crisis del clima. Pero después del Acuerdo de París, que estableció la ambiciosa meta de mantener la temperatura muy por debajo de los 2 °C y posiblemente incluso a 1.5 °C, el discurso ha cambiado. Ahora, la geoingeniería se presenta cada vez más frecuentemente como un medio “esencial” para alcanzar esta meta, mediante una mezcla de tecnologías riesgosas que podrían capturar carbono de la atmósfera para crear las llamadas “emisiones negativas” o tomar el control del termostato global para bajar de manera directa la temperatura del clima.

No debe sorprender que la geoingeniería esté ganando favor político a medida que aumenta la temperatura. La industria de los combustibles fósiles está desesperada por proteger su infraestructura, cuyo costo se calcula en \$ 55 billones de dólares, y sus \$ 20 a \$ 28 billones de dólares en activos fijos que solo pueden extraerse si a las corporaciones

se les deja rebasar sus límites de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

El supuesto teórico es que las tecnologías de geoingeniería eventualmente pueden permitirles que recapturen CO<sub>2</sub> de la atmósfera y enterrarlo en el suelo o el océano, o que inyectar sulfatos en la estratósfera podría bajar la temperatura, “comprándonos más tiempo” mientras llegamos a un acuerdo para reducir radicalmente nuestras emisiones de combustibles fósiles. De cualquier forma, esto deja que la industria de los combustibles fósiles siga sin reventar la “burbuja del carbono” más allá de la abierta negación del cambio climático. En otras palabras, las propuestas de geoingeniería se están volviendo la herramienta principal de la industria de los combustibles fósiles para minimizar la voluntad política para bajar las emisiones de gases ahora mismo. Las propuestas de geoingeniería también se están volviendo el arma de última instancia para algunos desesperados científicos del clima, incapaces de producir rutas que reordenen nuestro modelo de crecimiento económico con un futuro climáticamente seguro.

¿Pero qué es exactamente la geoingeniería y qué tecnologías se están proponiendo? Y ¿cuáles con los riesgos y las implicaciones asociadas con las respectivas tecnologías cuando se trata de la integridad ecológica, ambiental y la justicia climática y la democracia?

## ¿Qué es la geoingeniería?

La noción de manipular el clima con ingeniería se ha contemplado por más de un siglo. Hasta hace poco, se discutía principalmente como una herramienta de control militar para modificar el clima con propósitos hostiles. Con el advenimiento de las cada vez más frecuentes crisis climáticas, el espectro de las propuestas de geoingeniería ha aumentado también, y ahora mismo el debate público sobre la geoingeniería explora si se trata de un medio para combatir el cambio climático en vez de a otras naciones.

La geoingeniería, o la geoingeniería climática, se refiere a un conjunto de técnicas diseñadas para intervenir y alterar los sistemas de la Tierra en gran escala – particularmente se refiere a manipulaciones climáticas que intentan “remediar” el cambio climático. Se sugiere cada vez más como una forma de “ganar tiempo” mientras se logran cambios verdaderos, o como una póliza de seguro para nuestros bisnietos, pasándole la carga de resolver el problema a las siguientes generaciones.

La geoingeniería puede incluir intervenciones en la tierra, en los océanos o en la atmósfera. Incluye la técnica llamada *gestión de la radiación solar* (SRM, por las siglas en inglés de Solar Radiation Management); otras intervenciones de los diversos sistemas bajo el concepto de *remoción de dióxido de carbono* (CDR, por las siglas en inglés de Carbon Dioxide Removal) y *remoción de gases de efecto invernadero* (GGR, por Greenhouse Gas Removal). Todas estas son propuestas teóricas y aunque algunas técnicas de CDR están a punto de salir al mercado según sus promotores, asegurar que serán efectivas para enfrentar el cambio climático es mera especulación, basada, en el mejor de los casos, en limitado modelaje de computadora.

Es significativo que ninguna de las técnicas de geoingeniería en la mesa buscan

abordar las causas de raíz del cambio climático. Estas técnicas están diseñadas para contrarrestar parcialmente algunos de sus síntomas. Las causas profundas del cambio climático (consumismo creciente, deforestación, agricultura no sostenible y cambios en el uso del suelo) seguirán sin alternación. Puesto que la geoingeniería por definición intenta alterar los sistemas de la Tierra como el ciclo del carbono y el ciclo hidrológico, es naturalmente transfronteriza. Y como sabemos muy poco del funcionamiento del ecosistema planetario en su totalidad y de todos sus subsistemas, hay enormes posibilidades de que en vez de mejorar el clima, lo empeore.

Este resumen es un documento de contexto para la sociedad civil. Comentarios y sugerencias son bienvenidos.

Consideramos que este es un trabajo en proceso y planeamos publicar más documentos en los próximos meses. Contacto: [grupoetc@etcgroup.org](mailto:grupoetc@etcgroup.org) o [schneider@boell.de](mailto:schneider@boell.de)

## ¿Porqué es tan peligrosa la geoingeniería?

*Cada tecnología de geoingeniería tiene riesgos particulares, pero todas comparten algunos problemas clave:*

**La escala:** Para que cualquier técnica de geoingeniería tenga impacto sobre el clima global, tiene que desplegarse en una escala masiva. Las consecuencias no intencionadas de dicho despliegue podrían lógicamente ser masivas también, y seguramente transfronterizas.

**Falta de fiabilidad y alto riesgo:** La geoingeniería intenta intervenir en sistemas dinámicos, complejos y de los que se entiende poco, como el clima y la ecología de los océanos. Las intervenciones podrían salir de control debido a fallas mecánicas, error humano, falta de conocimiento y de información sobre el clima, efectos sinérgicos impredecibles, fenómenos naturales (como

erupciones volcánicas, terremotos, tsunamis); impactos transfronterizos, cambios en los regímenes políticos o fallas en los financiamientos, entre otros. En algunos casos, como en el gestión de la radiación solar, una terminación repentina podría causar saltos en la temperatura y efectos contraproducentes incluso peores que el efecto climático que se busca enfrentar.

**Irreversibilidad:** Muchos puntos de inflexión en el sistema global climático serán irreversibles. No hay cantidad posible de “emisiones negativas” que ayuden a volver a congelar el Ártico o restaurar los Monzones. La misma aplicación de las tecnologías de geoingeniería puede ser irreversible: los daños ecológicos o sociales del despliegue de la geoingeniería o de sus experimentos no pueden revertirse. Si se inicia un proceso de enfriamiento artificial del planeta al tiempo que continúan las emisiones de los combustibles fósiles, será imposible detenerse a medio camino.

**Promueve la inmovilidad climática:** La geoingeniería es una “excusa perfecta” para los negadores del cambio climático y para los gobiernos que quieren evitar los costos políticos de las reducciones de carbono. Para quienes quieren parar las acciones significativas a favor del clima, el despliegue de las técnicas y experimentos de geoingeniería aparece como la ruta preferida para “enfrentar” el cambio climático, así como un argumento para relajar las restricciones que pesan sobre las industrias altamente contaminantes en emisiones de carbono. Incluso los negadores del cambio climático pueden ver esto como una solución (militar) conveniente a un problema que piensan que no existe. Ya algunos de los promotores más poderosos de la investigación en geoingeniería son intelectuales neo-conseervadores, cercanos a la industria, que previamente usaron el negacionismo climático como táctica (por ejemplo, el Copenhagen Consensus Center de Bjorn Lomborg o el American Enterprise Institute).

**Desviación de recursos, financiamiento y esfuerzos de investigación** de las rutas para la mitigación y adaptación al cambio climático que son urgentes, reales, cautas, ecológicas y justas.

**Unilateral e inequitativa:** Al parecer, las mismas corporaciones de países poderosos que son los principales emisores de GEI son quienes controlan los presupuestos y las tecnologías y están por lo tanto mejor capacitadas para desarrollar y ejecutar esas propuestas. Al dejar a los contaminadores al mando de la solución para el cambio climático, los intereses de los pueblos marginados y oprimidos seguirán excluyéndose. Los impactos negativos de muchas propuestas serán particularmente duros entre los países en desarrollo en el Sur global.

**Peligros ambientales:** Todas las técnicas propuestas de geoingeniería tienen impactos potencialmente graves sobre el ambiente. Por ejemplo, la fertilización oceánica es capaz de trastornar la cadena alimentaria marina, crear florecimientos dañinos de algas y anoxia en algunas de las capas marinas. Producir bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (que se conoce como BECCS) implicaría una forma devastadora de acaparamiento de tierras, agua y nutrientes, incluiría también “desplazamientos masivos de tierra y gente, con implicaciones globales para la producción de alimentos, el derecho a la tierra y la justicia ambiental.”<sup>1</sup> Con las técnicas de gestión de la radiación solar, no es posible saber con certeza de qué forma la alteración de la cantidad de calor que llega al planeta afectará los ecosistemas, puesto que creará un balance ecológico totalmente nuevo (o una perturbación) que podría disminuir la biodiversidad y trastornar los ecosistemas. La energía que proviene del sol es un recurso esencial para la vida en el planeta y está

---

<sup>1</sup> Silke Beck y Martin Mahony, “The IPCC and the politics of anticipation”, en *Nature Climate Change*, vol. 7 no. 5, abril de 2017.

vinculada con la creación de las algas marinas que producen la mayor parte del oxígeno del mundo. El sentido común ecológico más básico nos dice que cambiar esta variable clave podría tener efectos en cadena sobre los ecosistemas globales. Hay otros efectos potencialmente graves de SRM dependiendo de la técnica y la geografía, incluyendo mayor destrucción de la capa de ozono, el cambio en los patrones del clima en los trópicos y subtropicos, y sequías severas en África y Asia, que podrían ser catastróficas. Todo lo cual afectaría severamente las fuentes de alimentos y agua para miles de millones de personas.

**Injusticia intergeneracional:** la idea de que la geoingeniería nos “comprará tiempo” mientras ocurre un cambio hacia políticas sostenibles, bajas en carbono en las próximas décadas, es profundamente irreal e injusta para las generaciones futuras. La eficacia y viabilidad de las “emisiones negativas”, basadas en técnicas teóricas de remoción del dióxido de carbono, no se ha probado en ningún lado, y sin embargo ya la sola idea de emisiones negativas está funcionando, y está demorando las reducciones que se necesitan urgentemente. Esas tecnologías fantasma transfieren el problema a las generaciones futuras. Anderson y Peters (2016) llaman a eso “una apuesta alta e injusta.”<sup>2</sup> En el caso de SRM, puesto que enmascararía el calentamiento real que ocurre en la atmósfera, si se terminara el control de la radiación solar, ocurriría un salto en aumento de las temperaturas que contaría mucho más a los ecosistemas en adaptarse y a las sociedad para enfrentarlo de lo que cuesta ahora el calentamiento que ocurre. No podemos condenar a nuestros hijos y nietos a ser cautivos de la geoingeniería que nosotros comenzamos y no podemos detener, o a ser víctimas de un futuro climático aún más difícil porque les dejamos lidiar con tecnologías

---

<sup>2</sup> Kevin Anderson y Glen Peters, “The trouble with negative emissions”, en *Science*, vol. 354, no. 6309, octubre de 2016.

fantasiosas que nosotros mismos no tuvimos a nuestro alcance.

**Militarización:** El origen militar y las implicaciones de la geoingeniería como arma de guerra se olvidan frecuentemente o dejan de mencionarse a propósito. Sin embargo el concepto de control del clima y la temperatura proviene de las estrategias militares e incluso dio lugar a la firma de la Convención sobre la Prohibición de la Modificación Ambiental con Fines Hostiles (ENMOD)<sup>3</sup> Líderes militares en Estados Unidos y otros países han considerado las posibilidades de la manipulación climática como arma durante décadas. El que públicamente se diga que cierta tecnología tiene el objetivo de “combatir el cambio climático” no garantiza que sus aplicaciones se limitarán a usos pacíficos, y de hecho brinda una careta conveniente para realizar experimentos con doble propósito. Si alguien asegura que puede controlar el termostato de la tierra, este control puede y será usado para fines militares y geopolíticos, como el historiador James Fleming ha descrito.<sup>4</sup> Aún antes de su uso hostil, cualquier Estado o actor que asegure poder alterar los patrones climáticos globales, tendrá en ello una moneda de cambio geopolítica muy poderosa, con la cual amenazar y maltratar a los demás.

**Exacerba los desequilibrios del poder global:** la posibilidad de controlar las temperaturas globales levanta serios cuestionamientos sobre el poder y la justicia: ¿a quién le toca controlar el termostato del planeta y ajustar el clima para sus propios intereses? ¿Quién

---

<sup>3</sup> ENMOD, cuyo nombre completo es *Convención sobre la prohibición de utilizar técnicas de modificación ambiental con fines militares u otros fines hostiles*, es un tratado internacional firmado en 1977 que prohíbe el uso de la modificación climática que podría tener severos efectos de largo plazo en grandes áreas del planeta. Se elaboró después de que Estados Unidos utilizó la modificación climática como arma durante la guerra contra Vietnam.

<sup>4</sup> James Fleming, *Fixing the Sky: The Checkered History of Weather and Climate Control*, Columbia Studies in International and Global History, Columbia University Press, 2012.

tomará la decisión de poner en marcha las medidas drásticas si se considera que son técnicamente posibles, y cuáles intereses serán excluidos al tomar la decisión? Para los gobiernos del mundo fue imposible colaborar democráticamente en un tratado sobre cambio climático legalmente vinculante que repartiera de manera justa los esfuerzos y lograr apoyo de todos. Es difícil imaginar que los gobiernos serán capaces de hacer esto cuando se trata de geoingeniería, cuando los países tienen claros intereses geopolíticos para determinar las realidades climáticas regionales o globales. De hecho, si fuéramos capaces de lograr una colaboración internacional de este tipo y pudiéramos confiar en las decisiones que se tomaran sobre nuestro clima común, no necesitaríamos hablar ahora de la geoingeniería. Veríamos acciones reales en torno al clima alrededor del mundo.

**Comercialización del clima:** La competencia es ya muy cerrada en las oficinas de patentes entre quienes piensan que tienen el remedio técnico planetario para la crisis del clima. La posibilidad de tener un monopolio privado sobre los “derechos” para la modificación del clima es aterradora.

**Especulación con el carbono:** Varios geoingenieros tienen sus propios intereses comerciales en promover las técnicas de geoingeniería. Tienen patentes, y algunos buscan activamente establecer que técnicas de geoingeniería sean elegibles para los esquemas del mercado de carbono.

**Violación de Tratados:** El despliegue de la geoingeniería constituiría una violación a diversos tratados y decisiones de Naciones Unidas, incluyendo el tratado ENMOD, el Convenio sobre Diversidad Biológica, y el Convenio y Protocolo de Londres.

## Técnicas propuestas de geoingeniería

### *Remoción de gases de efecto invernadero*

La remoción de gases de efecto invernadero (GGR) se refiere a un conjunto de técnicas propuestas que remueven los GEI de la atmósfera. Un término más común es remoción del dióxido de carbono (CDR), pero ese excluye otros gases como el metano. A continuación algunas de las propuestas.

### **Fertilización oceánica**

La fertilización oceánica se refiere al vertido de hierro y otros nutrientes (como urea) al océano en áreas con baja productividad biológica, con el fin de estimular el crecimiento de fitoplancton. En teoría, el fitoplancton resultante absorberá CO<sub>2</sub> atmosférico y lo arrastrará al morir, permaneciendo en el lecho marino. La eficacia de la fertilización oceánica es fuertemente cuestionada, en tanto que es posible que el carbono “capturado” se libere nuevamente mediante la cadena alimentaria. También puede provocar perturbaciones de la cadena alimentaria marina y anoxia (falta de oxígeno) en algunas capas del océano y puede provocar florecimientos de algas tóxicas.

**Surgeancia oceánica artificial** (movimiento de masas de agua, de la profundidad a la superficie). Es una técnica que mezcla las aguas de los océanos de manera que los nutrientes de las aguas del fondo se trasladan artificialmente hacia arriba, estimulando la actividad del fitoplancton. Como con la fertilización oceánica, su eficacia está en cuestión. También puede perturbar la cadena alimentaria marina y el ambiente, y traer CO<sub>2</sub> ya capturado de vuelta a la superficie.

## **Captura y almacenamiento de carbono (CCS)**

CCS se refiere generalmente a la captura mecánica de las emisiones de CO<sub>2</sub> de las plantas de energía o de otras fuentes industriales. El CO<sub>2</sub> es capturado antes de que las emisiones salgan de la chimenea, generalmente con un absorbente químico. El CO<sub>2</sub> líquido se bombea después hacia acuíferos subterráneos para que lo almacenen para el largo plazo. CCS se llamó originalmente “recuperación mejorada de petróleo” puesto que es una tecnología de la industria petrolera para recuperar reservas residuales de petróleo mediante el bombeo a presión de gas en los pozos vacíos. CCS no es viable económicamente a menos que sea con enormes subsidios, y al hacerlo como técnica de recuperación de petróleo, promueve mayor explotación de este recurso fósil. Su capacidad para capturar el carbono de manera permanente se cuestiona ampliamente. El carbono capturado podría filtrarse hacia la superficie debido a varias razones: construcción fallida de los canales, temblores de tierra u otros movimientos del subsuelo. A esas concentraciones, el CO<sub>2</sub> es sumamente tóxico para la vida animal y vegetal. Las técnicas de CCS asociadas con los combustibles fósiles no entraron en la definición de geingeniería del Convenio sobre Diversidad Biológica pero están incluidas en otras definiciones.

## **Captura, almacenamiento y uso del carbono**

(CCUS, por las siglas en inglés de Carbon Capture Use and Storage).

La idea detrás de CCUs es que el CO<sub>2</sub> capturado, ya sea de la industria o de la atmósfera puede usarse como insumo para la manufactura, de manera que el CO<sub>2</sub> quede “almacenado” en los productos elaborados. Un ejemplo hipotético incluye alimentar algas con el CO<sub>2</sub> capturado para que a su vez produzcan biocombustibles; otro es hacer que

el CO<sub>2</sub> reaccione con minerales calcificantes para obtener un producto tipo concreto, que sirva para la construcción. CCUS tiene muchos de los impactos potenciales del CCS, pero con el riesgo más grande de que la liberación de CO<sub>2</sub> en el procesamiento y en sus productos finales. CCUS también puede tener un balance energético cuestionable una vez que se conozca el total de la energía requerida para su transporte y procesamiento. También hay preocupaciones relativas al ciclo de vida total, ya que podría haber un incremento neto de las emisiones de GEI.

**Captura directa en el aire (DAC, por las siglas en inglés de Direct Air Capture).** DAC se refiere a la extracción de CO<sub>2</sub> u otros gases de efecto invernadero de la atmósfera por medios químicos y mecánicos, generalmente usando un absorbente químico y largos ventiladores para mover aire del ambiente a través de un filtro. El CO<sub>2</sub> se vuelve accesible como una corriente de gas para CCS o para la extracción mejorada de petróleo u otros usos. DAC es una propuesta comercial que parece tener requerimientos energéticos muy altos, y como CCS se propone para la recuperación mejorada de petróleo en lugares donde las fuentes industriales de CO<sub>2</sub> podrían ser limitadas. Las técnicas de DAC que funcionan ahora recuperan CO<sub>2</sub> del ambiente a niveles bajos. Para tener efectos significativos tendrían que tener impactos ambientales sobre los territorios y proveer de los niveles necesarios de absorbentes químicos podría tener impactos tóxicos fuertes. La cuestión del almacenamiento queda sin resolver, y teóricamente vincularla a CCS o CCUS no lo resolvería, como se describe antes.

## **Bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS)**

BECCS describe la captura de CO<sub>2</sub> mediante aplicaciones de bioenergía (como la producción de etanol o la quema de biomasa

para electricidad) y subsecuentemente secuestrar el CO<sub>2</sub> mediante CCS o CCUS. La teoría supone que las técnicas BECCS son negativas en carbono porque la bioenergía es, teóricamente, neutral en carbono, esto basado en la idea de que las plantas crecerán de nuevo para fijar el carbono que ha sido emitido. Los críticos de la bioenergía señalan que esto no contempla las emisiones por el cambio en el uso de suelo y las emisiones de los ciclos de vida. Según el *5º Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC-AR5)*, mantener la temperatura por debajo de dos grados con un sistema BECCS funcional requeriría entre 500 millones y 6 mil millones de hectáreas de tierra. El impacto en la tierra, el agua, la biodiversidad y los sustentos, así como la competencia por la tierra para cultivar alimentos serían devastadores.

### **Meteorización aumentada**

Las técnicas de meteorización aumentada (*enhanced weathering*) proponen disolver masivamente minerales (particularmente silicatos) en la tierra o en el mar para que reaccionen químicamente con el CO<sub>2</sub> atmosférico los océanos y los suelos. La enorme demanda de minerales tendría serios impactos sobre la tierra y la biodiversidad, extendiendo los dañinos impactos de las operaciones mineras. Cambiar la química de los océanos deliberadamente puede acarrear muchos impactos desconocidos y factores imprevistos.

### **Biochar (Biocarbón)**

Las técnicas de *biochar* proponen quemar biomasa y desperdicios locales sin oxígeno (pirólisis) para crear carbón. Este carbón se integra posteriormente a los suelos como aditivo, directamente enterrándolo en el suelo. Se dice que los suelos con biochar son más fértiles porque tiene mayor contenido de carbono. Este enfoque está inspirado en la

Terra Preta del Amazonas (que es algo muy diferente), suelos donde las comunidades indígenas han usado el carbón para aumentar la fertilidad. El biochar industrial demandaría enormes áreas de tierra para hacer plantaciones para que sean enterradas después de quemarlas; destruiría la vida de los suelos, y dependiendo de la fuente de la biomasa, podría crear concentraciones de contaminantes tóxicos. El supuesto aumento de productividad de los suelos es inconsistente ya que varía dependiendo del carbón vegetal que se use para la pirólisis.

### **Gestión de la radiación solar**

El gestión de la radiación solar (SRM) describe un conjunto de técnicas propuestas que buscan reflejar la luz del sol de regreso al espacio antes de que caliente el clima de la Tierra. Las propuestas para el gestión de la radiación solar incluyen:

#### **Inyección estratosférica de aerosoles**

Esta es una propuesta de SRM que plantea rociar grandes cantidades de partículas inorgánicas (como dióxido de sulfuro) hacia la estratósfera (el nivel superior de la atmósfera) para actuar como una barrera reflejante contra la luz solar. Las propuestas van desde disparar partículas con artillería real, usar enormes mangueras dirigidas hacia el cielo o soltar partículas desde la parte trasera de naves aeroespaciales. El diseño de partículas auto suspendidas, así como el uso de partículas de otros materiales reflejantes (como titanio, aluminio, calcita o incluso polvo de diamante) también se han considerado. La inyección estratosférica de aerosoles con sulfatos, la opción más investigada, tiene posibilidades de ocasionar destrucción de la capa de ozono y podría perturbar los patrones de lluvia y viento en los trópicos y sub-trópicos. Esto podría a su vez causar sequías en África y Asia y

afectar los monzones, con serios impactos ambientales y poner en peligro la fuente de alimentos y agua de dos mil millones de personas.

### **Blanqueamiento de las nubes marinas o aumento del albedo de las nubes**

Estas propuestas esperan incrementar la blancura de las nubes para que reflejen más luz del sol hacia el espacio. Como con otras propuestas de SRM, cambiar la radiación solar puede afectar los patrones de temperatura, con impactos en los ecosistemas marinos y de las costas, así como la agricultura.

### **Adelgazamiento de las nubes cirrus**

Algunos investigadores afirman que al adelgazar los cirrus (nubes elongadas y deshilachadas que están a enormes altitudes), más calor podría escapar hacia el espacio, creando un enfriamiento general del clima. Esta idea podría tener incluso el efecto opuesto, pues hay mucho desconocimiento sobre la formación y la química de las nubes, y podría acarrear efectos impredecibles.

### **Cultivos extra reflejantes y desmonte de bosques en zonas nevadas**

Varias propuestas sugieren que cultivar plantas que reflejen mayor cantidad de luz (ya sea nuevos cultivos transgénicos o variedades con albedo alto de cultivos existentes) podría enfriar la atmósfera al reflejar más luz del sol de regreso al espacio. Otros sugieren desmontar los bosques en áreas que permanecen nevadas por gran parte del año, lo que aumentaría la cantidad de luz que puede reflejarse hacia el espacio porque habría una capa de nieve más uniforme y *eficaz*. El uso de cultivos transgénicos o árboles trae consigo todos los impactos sobre la bioseguridad y la tierra de las plantaciones, incluyendo la erosión de los suelos y un uso intensivo de agro-tóxicos contaminantes. Talar los bosques para crear desiertos blancos

impactaría negativamente la biodiversidad y el clima.

### **Micro-burbujas y espumas marinas**

También se están promoviendo técnicas para aumentar el reflejo de la superficie del océano (o de otros cuerpos marinos) mediante la creación de micro-burbujas o dispersando agentes espumosos en la superficie del agua. Además de perturbar el flujo de luz de la vida del océano, las espumas también podrían reducir el oxígeno en las capas superiores, afectando negativamente la biodiversidad.

### ***Alteración del tiempo atmosférico***

La alteración del tiempo atmosférico se refiere a varias técnicas —que incluyen la siembra de nubes y otras técnicas relacionadas— para cambiar los patrones de precipitación local sin alterar de manera general los patrones climáticos globales. Las prácticas de alteración del tiempo han ocasionado que comunidades diversas sufran sequía y/o inundaciones en sus campos de cultivo, pero dado que se cree que los impactos son únicamente locales o regionales, estas técnicas frecuentemente no se consideran de geoingeniería.

Para conocer más sobre los impactos de cada tecnología, consulte **Monitor de Geoingeniería**  
<http://es.geoengineeringmonitor.org>

## Acerca de la gobernanza de la geoingeniería

El **Convenio sobre Diversidad Biológica** (CDB) ha discutido la geoingeniería desde 2007. En 2009, después de producir un exhaustivo reporte técnico, arbitrado, sobre fertilización oceánica, y tomando en cuenta el llamado para la “mayor precaución” del Convenio de Londres,<sup>5</sup> el CDB adoptó una decisión consensada para llamar a una moratoria sobre la fertilización oceánica, urgiendo a los gobiernos a asegurar que ninguna actividad de fertilización tendría lugar hasta que se cumpla una serie de estrictos requerimientos, incluyendo que “haber establecido un mecanismo de control y reglamentación mundial, transparente y efectivo.”<sup>6</sup>

En 2010, el CDB tomó otra decisión clave: establecer una moratoria de facto sobre geoingeniería, resultado del consenso de 193 gobiernos (Estados Unidos no es parte del CDB) para asegurar que “de conformidad y en armonía con la decisión IX/16 C sobre fertilización de los océanos”, “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.”<sup>7</sup> Sin embargo, en la definición de geoingeniería, la captura y almacenamiento de carbono de combustibles fósiles (no de bioenergía) no fue considerada por

el Convenio. El CDB produjo desde entonces dos reportes técnicos arbitrados sobre geoingeniería y ha reafirmado la moratoria en 2012 y 2016.<sup>8</sup>

Ambas moratorias dejan espacio para experimentos “en pequeña escala”, pero solo si se justifican para la compilación de datos científicos, y con una lista de requerimientos que deben cumplirse antes de proceder, como una evaluación de impacto ambiental previa, un “escenario controlado” y asegurar que no habrá impactos transfronterizos.

En el caso de la fertilización oceánica, también se establece que no puede usarse para generar y vender bonos de carbono o para ningún otro propósito comercial.

Los gobiernos parte del CDB consideran esas decisiones altamente relevantes, al punto de que se han discutido tres experimentos de geoingeniería refiriéndose a las decisiones del CDB. (Experimento de fertilización oceánica LOHAFEX de India y Alemania,<sup>9</sup> el experimento privado HRSC también de fertilización oceánica cerca de Haida Gwaii, en Canadá<sup>10</sup> y un experimento en el que se estaba probando equipo para técnicas de SRM, SPICE, en Reino Unido<sup>11</sup>).

**El Convenio de Londres y su Protocolo** (Convenio sobre la prevención de la contaminación del mar por vertimiento de desechos y otras materias) ha avanzado las discusiones y decisiones sobre fertilización oceánica desde 2007, y ha hecho varios llamados a la “mayor precaución”. En 2013, el Protocolo de Londres tomó la decisión de que ninguna de

<sup>5</sup> Organización Marítima Internacional, “Ocean Fertilization under the LC/LP” (Historia de las negociaciones sobre geoingeniería bajo el Convenio de Londres y su Protocolo). Disponible en

<http://www.imo.org/es/OurWork/Environment/LCLP/EmergingIssues/geoengineering/Paginas/default.aspx>

<sup>6</sup> CDB, COP9, Decisión IX/16, Sección C párrafo 4, 2008.

Disponible en <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-09/cop-09-dec-16-es.pdf>

<sup>7</sup> CDB, COP 10, Decisión X/33, párrafo 8 (w), 2010.

Disponible en <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-33-es.pdf>

<sup>8</sup> La historia de una década de las negociaciones del CDB y los reportes mencionados se encuentran compilados en <https://www.cbd.int/climate/geoengineering/>

<sup>9</sup> Quirin Schiermeier, “Ocean fertilization experiment suspended” en Nature News, 14 de enero de 2009.

Disponible en

<http://www.nature.com/news/2009/090114/full/news.2009.26.html>

<sup>10</sup> Estudio de caso del Grupo ETC,

<http://www.etcgroup.org/es/content/estudio-de-caso-fertilización-oceánica-cerca-del-archipiélago-haida-gwaii>

<sup>11</sup> Grupo ETC, boletín de prensa sobre SPICE:

<http://www.etcgroup.org/es/content/jno-spice-detener-experimento-con-aerosoles-en-la-estratósfera>

las actividades de fertilización oceánica se permitieran, excepto aquellas que constituyen “legítima investigación científica” –un término que también se ha definido con mucha precisión.<sup>12</sup>

Sin embargo, un grupo muy reducido de gobiernos de países altamente contaminantes del norte, así como promotores de la geoingeniería, insisten hoy en que la moratoria es “solo un llamado”, y tratan de minimizar su relevancia. En vez de moratoria, promueven “directrices éticas” “códigos de conducta” y otras medidas voluntarias similares desarrolladas por grupos de académicos como forma de ponerse a la vanguardia en la construcción de la gobernanza de la investigación en geoingeniería y de su posible puesta en operación. Comparar el consenso de 193 países en un tratado de corte universal, como lo es el CDB, con las directrices propuestas por académicos y respaldadas por instituciones pro-geoingeniería es un remedo de gobernanza democrática, pero es útil para abrir paso a más experimentos y para reunir más fondos para la investigación.

**El Convenio Marco de Cambio Climático de Naciones Unidas (CMCCNU)** no ha considerado la geoingeniería como tal en su agenda oficial. Ha debatido el tema de la captura y almacenamiento de carbono (CCS) desde 2005, con la oposición de muchos gobiernos. En 2001, CCS se aprobó para incluirse en el Mecanismo de Desarrollo Limpio. En 2014 tuvo lugar una Reunión de Expertos Técnicos en CCS. La adopción del Acuerdo de París y el hueco entre las metas establecidas y las Contribuciones Nacionales Determinadas creó una situación en la cual los geoingenieros ahora intentan introducir el tema de la geoingeniería al CMNUCC, por ejemplo en el contexto del Diálogo Facilitador que registrará el balance de las contribuciones nacionales determinadas de los gobiernos en 2018.

---

<sup>12</sup> Convenio de Londres/Protocolo de Londres, resolución L. P.4 (8) en LC 35/15

**El Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)** menciona la geoingeniería de manera poco importante desde su Segundo Informe de Evaluación (AR2) y hasta su informe AR4 indicando básicamente que “las opciones de geoingeniería son muy especulativas y no están probadas y con el riesgo de efectos laterales desconocidos” En 2011, el IPCC sostuvo una Reunión de Expertos en geoingeniería, una iniciativa que fue muy criticada por 160 organizaciones de la sociedad civil, nacionales e internacionales.<sup>13</sup>

En el AR5, el IPCC incluyó una sección brece en que analiza algunas de las técnicas de CDR, y en su Reporte Síntesis expresó que: “Las tecnologías de gestión de la radiación solar plantean preguntas sobre los costos, los riesgos, la gobernanza y las repercusiones éticas de su desarrollo e implantación. Hay retos especiales que surgen de las instituciones y los mecanismos internacionales que podrían coordinar la investigación y posiblemente controlar las pruebas y la implantación. Incluso aunque la gestión de la radiación solar redujera el aumento antropógeno de la temperatura mundial, implicaría redistribuciones espaciales y temporales de los riesgos. Por consiguiente, la gestión de la radiación solar plantea cuestiones importantes de justicia intrageneracional e intergeneracional. La investigación en materia de gestión de la radiación solar, así como su implantación futura, ha estado sujeta a objeciones éticas. A pesar de que para varias tecnologías de implantación de la gestión de la radiación solar se estimaron bajos costos potenciales, ello no implica que superaran un análisis de costos-beneficios en que se tuviera en cuenta el conjunto de riesgos y efectos colaterales. Las repercusiones en materia de gobernanza de la gestión de la radiación solar son particularmente desafiantes, en especial en cuanto medida

---

<sup>13</sup> Carta abierta al IPCC, 2011. Disponible en <http://www.etcgroup.org/es/content/carta-abierta-al-ipcc-sobre-geoingenier%C3%ADa> También el resumen “IPCC y la geoingeniería en su Reporte de Evaluación 5 (AR5) en <http://www.etcgroup.org/es/content/ipcc-y-la-geoingenier%C3%ADa-en-su-reporte-de-evaluaci%C3%B3n-5-ar5>

unilateral que podría acarrear efectos y costos significativos para otros.”<sup>14</sup>

Sin embargo, el elemento sorprendente en el AR5 fue la consideración del IPCC del uso extensivo de uno de los enfoques de la geoingeniería, BECCS, en la gran parte de los escenarios para los posibles futuros en su Grupo de Trabajo 3. En las cuatro más importantes trayectorias de concentración representativas (RCPs, por las siglas en inglés de Representative Concentration Pathways) ofrecidas a los elaboradores de políticas, el uso de BECCS y las “tecnologías de emisiones negativas” se representan de manera insistente, sin consideración alguna de su viabilidad y de los impactos extremadamente serios sociales, para la seguridad alimentaria y el ambiente de un despliegue a escala tan grande de BECCS. Esta tendencia ha motivado la publicación de un número creciente de textos sumamente críticos tanto de medios científicos como de organizaciones de la sociedad civil.<sup>15</sup>

A la luz de este error y de la postura crítica del AR5 hacia SRM, sorprende nuevamente ver que en los documentos de contexto para muchos reportes especiales y otros documentos para el AR6, la geoingeniería se presentó como una opción para analizar. La visión del presidente del IPCC para el Sexto Informe de Evaluación (AR6) incluyó una propuesta para que la geoingeniería se considere como un tema transversal de todos los grupos de trabajo. Lo cual ya motivó críticas tanto de los gobiernos como de la sociedad civil. La decisión final sobre los contenidos del AR6 necesita discutirse aún durante la sesión 46 del IPCC, en septiembre de 2017. Las decisiones del CDB como del Convenio y Protocolo de Londres y las de otros foros multilaterales constituyen piezas importantes de un marco de gobernanza de la geoingeniería. Los impactos desiguales de la

geoingeniería que ya pueden anticiparse entre países y regiones y su potencial para desbalancear más aún el sistema global del clima, significa que cualquier decisión sobre experimentos a cielo abierto o despliegue de la geoingeniería deben tomarse por un mecanismo global de gobernanza multilateral, democrático, transparente y responsable, y debe incluir la consideración de la posibilidad de establecer una prohibición permanente sobre la geoingeniería. La velocidad con la cual el discurso a favor de la geoingeniería y la ciencia relacionada desarrolla herramientas para experimentos grandes y el despliegue unilateral, significa que tenemos que actuar rápido. La sociedad civil necesita tener una discusión profunda y crítica sobre la geoingeniería, crucial para informar a los elaboradores de políticas y al público amplio sobre sus implicaciones y alternativas.

## ¿Debemos experimentar para aprender más?

Los experimentos de geoingeniería en pequeña escala se presentan frecuentemente como pasos inocuos y necesarios hacia un debate más informado sobre los riesgos y beneficios de la geoingeniería. Se argumenta que esos experimentos tendrían impactos ambientales no inmediatos y que principalmente serían experimentos para comprender mejor la química y la física atmosférica en relación con la geoingeniería. Pero esa perspectiva soslaya asuntos clave.

**En primer lugar**, la geoingeniería debe considerarse como un asunto político más que técnico. Necesitamos una discusión mucho más amplia sobre otros aspectos para decidir como sociedad si nos embarcamos en esas tecnologías de alto riesgo y muy antidemocráticas.

**En segundo lugar**, los promotores de la geoingeniería están listos para realizar los experimentos a cielo abierto, no con el propósito de una ciencia desinteresada, sino por razones políticas: una vez que el campo

<sup>14</sup> IPCC, *Cambio climático 2014: Informe de síntesis*, IPCC, 2015, p. 97.

<sup>15</sup> Biofuelwatch y Heinrich Boell Foundation, *BECCS: Last-ditch climate option or wishful thinking?* Reporte, abril de 2016. Disponible en <https://www.boell.de/en/2016/04/29/last-ditch-climate-option-or-wishful-thinking>

técnico se mueve hacia “la prueba de principios” mediante experimentos, cruza un umbral significativo hacia la realización y puede presentarse con más seguridad como opción política. Esta es una de las razones por las cuales las pruebas de campo son tan controvertidas (por ejemplo las pruebas de campo de tecnologías nucleares, los cultivos transgénicos, las armas espaciales, la cacería científica de ballenas).

**En tercer lugar**, no hay tal cosa como un “experimento de geoingeniería.” Ninguna de las propuestas de geoingeniería están listas para desplegarse en una escala que no tuviera ningún impacto en el clima global. Los experimentos en “pequeña escala” para desarrollar conocimiento científico y herramienta no nos dirán nada de los efectos el sistema global climático. Para ver el efecto, (es decir, para diferenciar los impactos de las variaciones climáticas normales del “ruido climático”) necesitarían desplegarse en una escala geográfica y temporal que de ninguna forma puede llamarse “experimental”. Se trataría llanamente de un despliegue, con todos sus riesgos y posibles impactos irreversibles. Por lo tanto, es esencial fortalecer el enfoque precautorio: experimentos en el mundo real (a cielo abierto, en el océano o en la tierra) no deben permitirse ante la ausencia de una gobernanza fuerte.

## Precaución y políticas en primer lugar

Debido a los enormes intereses geopolíticos, como el riesgo del uso militar de la geoingeniería y sus implicaciones para las generaciones actuales y futuras, la comunidad global debe debatir esos aspectos en primer lugar, antes de permitir el desarrollo de herramientas que sirvan a los gobiernos que niegan el cambio climático o a las “coaliciones de voluntarios”, por encima de todos los otros gobiernos que digan que son herramientas muy riesgosas e injustas. La geoingeniería nunca debe confinarse a una discusión técnica, a una cuestión de “desarrollo de herramientas, por si acaso”, o a una perspectiva solamente climática.

La investigación sobre geoingeniería debe —en congruencia con la decisión del CDB— enfocarse en las cuestiones sociopolíticas, ecológicas y éticas y en sus impactos potenciales y contribuir a un debate sobre si la gobernanza democrática de la geoingeniería es posible, y cómo. Aún más importante: es urgente aumentar el financiamiento y la investigación sobre verdaderas soluciones al cambio climático, para apoyar alternativas y opciones probadas, adaptadas local, ecológica y socialmente para resolver la crisis climática, en lugar de apoyar supuestas “soluciones técnicas” especulativas y distractoras de las opciones que realmente pueden enfrentar el cambio climático.

Más información:  
**Grupo ETC**  
**Fundación Heinrich Boell**  
[www.etcgroup.org](http://www.etcgroup.org)  
[www.boell.de/en](http://www.boell.de/en)  
<http://es.geoengineeringmonitor.org>