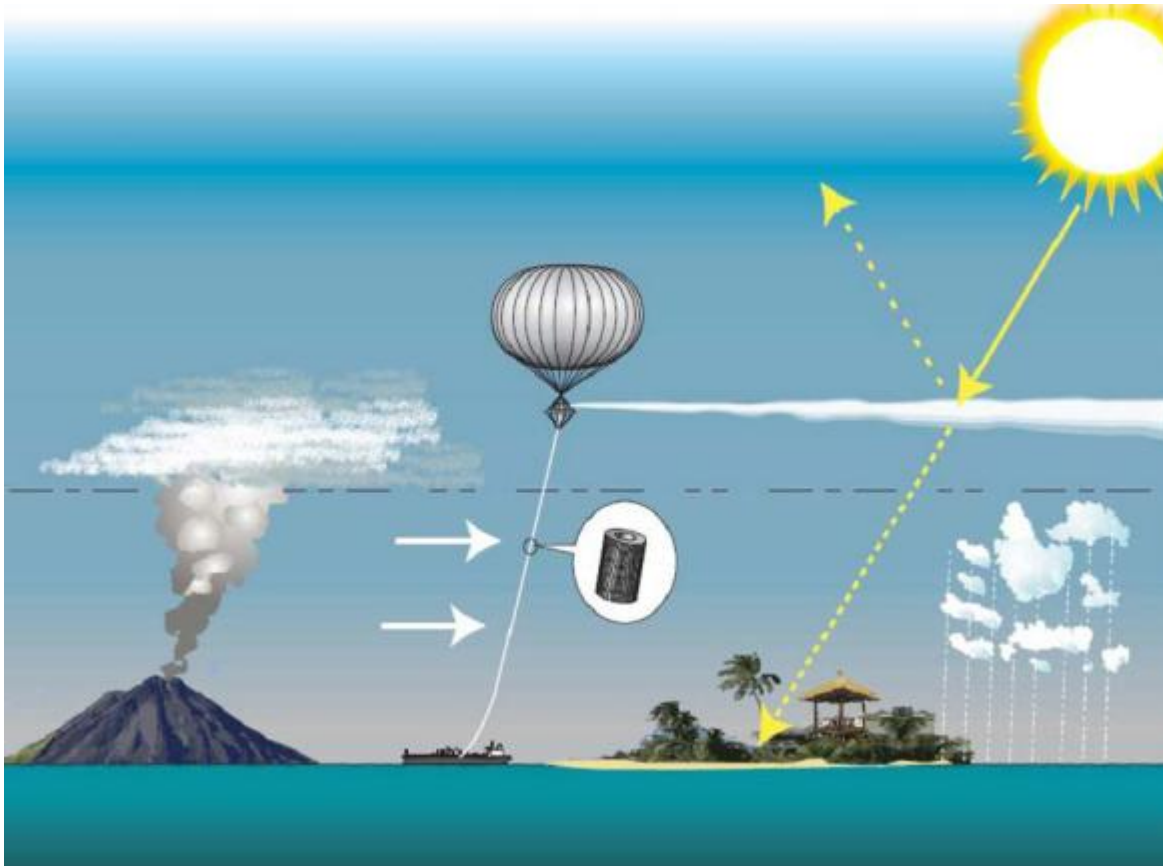


# GEOINGENIERÍA: EL ESPEJISMO DEL PARACAÍDAS MÁGICO

January 25, 2016



Por Samuel Martín-Sosa Rodríguez, responsable de Internacional de Ecologistas en Acción (Retomado del blog de Ecologistas en Acción)

*“Encerrados en una isla concreta, solo necesitamos una cosa: Convencernos de que no podemos salir. Después, cultivar el jardín”.*

*N. Sosa*

Usted vive en un rascacielos. El edificio lleva tiempo ardiendo, y las llamas ya le han obligado a subir al último piso. Junto a una ventana que se abre al vacío, descubre un paracaídas. ¿Se tiraría por la ventana con él? No parece que haya necesidad de pensárselo mucho. Póngaselo y adelante, láncese por ese agujero que se abre a su salvación. La tentación de trasladar este dilema al asunto que nos ocupa es grande. Frente a un clima cada día más desbocado, la geoingeniería se ofrece como un

paracaídas tecnológico, para esquivar el problema del calentamiento por la vía rápida. Sin embargo hay que advertir que el paralelismo es equivocado y el planteamiento de base, erróneo. En primer lugar porque el paracaídas nunca ha sido- y nunca podrá ser, como veremos- testado. En segundo lugar porque el edificio, que es el único lugar donde podemos vivir, seguirá en llamas. Y a los que pusieron el paracaídas junto a la ventana, les interesa que siga en llamas. La geoingeniería se presenta como la única forma plausible de afrontar la ineludible y ya acuciante realidad climática sin que haya que tocar el núcleo del sistema.

## Las opciones

En 1991, en la isla de Luzon, en Filipinas, tuvo lugar una de las mayores erupciones volcánicas del siglo XX. El monte Pinatubo, tras 500 años de inactividad, lanzó 17 megatoneladas de ácido sulfúrico a la atmósfera y provocó una nube de ceniza que alcanzó los 40 km de altitud. Los aerosoles de sulfato originados, que permanecieron durante un año en la atmósfera, atenuaron la radiación recibida del sol, lo que provocó un descenso en la temperatura de más de 0,5 °C en el hemisferio norte.

A más de uno se le encendió una lucecita con las consecuencias de aquel volcán. Como se demostró con posterioridad, el forzamiento climático provocado por el descenso de la radiación solar neta, compensó con creces los efectos en el cambio climático atribuibles a las emisiones antropogénicas de gases de efecto invernadero (GEI) para el periodo 1991-93[1]. Recrear las condiciones originadas por el volcán - inundando la atmósfera con partículas de azufre para provocar un "oscurecimiento global" -, en lo que familiarmente ya se conoce en la jerga de la geoingeniería como "opción Pinatubo", es una tentadora solución "mágica" que ha recibido el apoyo de algunos destacados científicos en la última década[2]. El planteamiento es sencillo: en lugar de reducir las emisiones de GEI, controlemos artificialmente de forma directa el aumento de temperatura que estas emisiones provoca.

Otras opciones propuestas para alterar el balance energético de la tierra reduciendo la cantidad de luz recibida del sol incluyen el blanqueamiento de nubes marinas, la ubicación de blancos y extensos toldos sobre la tierra que incrementen el albedo[3], la plantación masiva de cultivos reflectantes, o la ubicación de diversas estructuras en el espacio que van desde enormes "sombrrillas" a millones de microespejos, por mencionar algunas de las que mejor podrían protagonizar una película de ciencia ficción[4].

La geoingeniería, disciplina bajo cuyo paraguas se encuentran estas y otras opciones, se puede definir por tanto como la modificación intencionada y a gran escala de los sistemas naturales (océanos, suelos, atmósfera), con el propósito de alterar las condiciones climáticas. En realidad la geoingeniería abarca un amplio abanico de técnicas muy distintas con diferentes niveles de riesgo y de viabilidad. Sin embargo podríamos decir que presenta dos orientaciones principales. Una, donde se ubican las propuestas más futuristas antes expuestas, que persigue el Manejo de la Radiación Solar (SRM, por sus siglas en inglés), o por decirlo de una forma llana, "modular" la influencia del sol para así controlar la temperatura.

El otro gran enfoque es el que persigue alterar la composición atmosférica, eliminando el CO<sub>2</sub> emitido, mediante técnicas de Captura y Almacenamiento de Carbono (CCS, por sus siglas en inglés), con el mismo fin último de controlar el aumento de temperatura al retirar los gases que lo provocan. Esta línea de acción incluye estrategias de gestión y uso del suelo para proteger o mejorar su capacidad como sumidero, y el uso de la biomasa tanto para secuestrar el carbono (incluyendo el biochar[5]) como para usarla como fuente de energía "neutra" en emisiones[6]. La retirada de carbono de la atmósfera puede darse también por el estímulo de procesos químico-biológicos, como la fertilización de los océanos mediante la siembra de nutrientes o la simulación de procesos de upwelling[7]. Finalmente se contempla la captura directa a partir del aire o acoplada a procesos industriales. Esta tecnología no se encuentra aún disponible, y los proyectos piloto de captura de CO<sub>2</sub> parecen estar haciendo aguas al enfrentarse a importantes retos técnicos y económicos[9]. En cualquier caso, un despliegue masivo de esta técnica implicaría una elevada demanda de emplazamientos aptos para el almacenamiento[10], lo que podría añadir una nueva limitación a su desarrollo[11] y desataría un nuevo ciclo de acaparamiento de tierras. Como puede observarse, ninguno de los dos enfoques pretende abordar el problema originario del cambio climático: la producción de CO<sub>2</sub>. En ambos casos se trata por tanto de parches de "final de tubería" que, en lugar de evitar que se genere la basura, pretenden barrerla debajo de la alfombra. La manipulación climática se presenta como una incipiente nueva categoría, una tercera pata que se añadiría a las estrategias de mitigación y adaptación al cambio climático.

## ¿Y si el paracaídas no se abre?

Las técnicas para controlar la meteorología a nivel local no son algo nuevo y, aunque tienen su origen en el terreno militar[12], se llevan años utilizando para influir la producción agrícola, evitando granizos o provocando lluvias[13], e incluso para asegurar el "buen tiempo" en eventos importantes[14]. Pero hasta ahora no se han llevado proyectos para controlar el clima a nivel planetario.

Una característica fundamental que hace a la geoingeniería diferente a cualquier otra empresa científico-tecnológica por tanto es la escala del proyecto[15]. Para saber realmente si estas propuestas son viables y efectivas a la hora de lograr controlar la temperatura, es necesario un despliegue a escala planetaria y durante prolongados periodos de tiempo, particularmente en los experimentos de SRM. Si lo que queremos es controlar el clima, no valen pequeños ensayos locales. Es decir, no existe la escala experimental; el experimento sería el despliegue planetario de la geoingeniería en sí mismo. Y si el experimento falla, ya no tendremos otro planeta Tierra (nuestro edificio en llamas) con el que experimentar.

Por ejemplo, comprobar si la “opción Pinatubo” funcionaría requeriría inyecciones periódicas de azufre en la estratosfera mediante aviones o mangueras sostenidas por globos de Helio a varios kilómetros de altitud durante al menos una o varias décadas. Se trataría en definitiva de provocar un volcán permanente. El “oscurecimiento” constante no podría además interrumpirse. En el momento que lo hiciera, la temperatura evidentemente subiría de golpe con efectos terribles de imaginar, lo cual deja escaso margen para fallos técnicos o sabotajes. Tampoco queda margen para “imprevistos” como el de que pueda producirse una erupción volcánica real o algún otro fenómeno natural, con efectos significativos sobre el clima, que añadiría sus efectos a los creados por las mangueras y pondría en jaque todo el plan.

Los indicios existentes y los modelos indican que la geoingeniería no será inocua para otros elementos del clima. Esto lo reconocen sus propios promotores[16] que, aunque declaran desde un principio la impredecibilidad de lo que pueda ocurrir, avanzan un probable cambio en los ciclos hidrológicos que podría tener efectos significativos en los monzones tropicales o en las precipitaciones de la región amazónica. La Royal Society británica afirma que el desarrollo de las técnicas de SRM podrían conducir a un cambio climático peor que el que tendríamos en ausencia de esta tecnología, que si bien aborda el problema de la temperatura, deja por ejemplo el asunto de la acidificación oceánica irresuelto[17].

Imitar el efecto de los volcanes no tendría además iguales consecuencias para todos. Serían particularmente graves los efectos de reducción de las precipitaciones en África (particularmente en los países del Sahel), con los consiguientes impactos de las sequías sobre una población de miles de millones de personas[18]. De hecho, las grandes erupciones volcánicas de la historia han venido sucedidas de importantes sequías a escala regional, provocando muchísimas muertes indirectas por falta de agua y alimento. Curiosamente las precipitaciones se verían poco afectadas en Europa y América del Norte. Por lo tanto, en esta distribución desigual de los efectos, pierden los de siempre, los que menos han contribuido al problema. Y así se revela nuevamente que el corsé del ámbito científico es estrecho para afrontar decisiones que deben ser sociales y no técnicas; los elementos de justicia climática no se abordan en el debate de la geoingeniería, ignorando el papel que juegan las relaciones de poder en las decisiones en un enfoque tecnocrático aplicado por quien ostenta posiciones de dominio[19].

Por eso cuando oigamos hablar de la geoingeniería como la opción “menos mala” no imaginemos, con óptica bienpensante, una solución acordada por todos para poder seguir viviendo en nuestra “casa global”. Quien controle la geoingeniería, tendrá la llave del termostato del Planeta. Y evidentemente esta tecnología será promovida, desarrollada y controlada por los países enriquecidos que la utilizarán en su beneficio y que probablemente no dudarán, llegada una situación de emergencia mayor que la actual, en aceptar “zonas de sacrificio” en regiones del Planeta alejadas de sus fronteras[20]. Poniendo el foco en esta perspectiva distributiva de los impactos, el asunto no se compadece ya tanto con una idea de salvación de la humanidad *in extremis* y empieza a adquirir tintes de genocidio climático consciente.

## **Un as en la manga**

La apuesta por la geoingeniería como vía de solución al problema climático se asienta en primer lugar en el mito tecnológico, profundamente arraigado en la sociedad occidental[21]: no importa cuántos problemas nuevos creemos en nuestra interacción con el medio, porque “ya lo resolveremos después” con alguna solución tecnológica que inventaremos. Juega un papel importante en el mantenimiento de esta perspectiva cierta “altanería científica” que, eclipsada por los innegables avances que la tecnología ha reportado, parece refractaria sin embargo a considerar en la ecuación la existencia de límites, la creación de nuevos problemas y los fracasos y peligros asociados también al desarrollo tecnológico, desde la industria nuclear hasta las armas biológicas, por poner un par de ejemplos[22].

La geoingeniería pretende aislar el problema de la temperatura como si se pudieran considerar los elementos de forma individualizada, ignorando las complejas interrelaciones, los procesos homeostáticos del planeta que aún estamos lejos de comprender totalmente, así como otras dimensiones de la crisis ecológica diferentes del clima y que también tienen que ver con el modelo socioeconómico que mediante el empleo de esta tecnología pretendemos evitar cuestionar. Pensar que nuestra capacidad demostrada para fisiónar el átomo, o recombinar el material genético de un organismo nos habilita para manipular a nuestro antojo y sin consecuencias un sistema tan complejo como el clima, entronca directamente con esa arrogancia posibilista calificada de forma benevolente por algunos como “exceso de confianza”[23] pero que sinceramente, considerando la tragedia ambiental que hoy confrontamos, bien podría ser tildada de estúpida.

Es importante señalar el papel de los vendedores de paracaídas en la geoingeniería. La industria de los combustibles fósiles,

una de las más poderosas del planeta[24], sería la gran beneficiada de un escenario de desarrollo de la manipulación climática. Que exista una forma “viable” de retirar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera, e incluso de “filtrar” la luz del sol de forma artificial llegado el caso, es una excelente razón para quitar el foco de la necesidad de un cambio en el modelo energético, de producción y consumo: ya no tenemos que reducir emisiones porque las atrapamos a posteriori. La fiesta puede por tanto continuar: adelante con los planes faraónicos de explotación de arenas bituminosas en Canadá, adelante con las perforaciones en el Ártico, y adelante con el frenesí del fracking en EEUU, Australia, Argentina o China. Por lo tanto, no es principalmente “irrefrenable curiosidad científica” lo que mueve el avance de estas tecnologías.

Esta industria tiene demasiado en juego como para permitir que se desarrolle un verdadero plan de reducción de emisiones, de transición energética, de cambio del paradigma social,... Un valor nominal de 25 billones de dólares en reservas no explotadas, 55 billones en infraestructuras energéticas, inversiones mil millonarias ya hechas que pretenden recuperar, con plazos de recuperación de al menos un par de décadas[25]..... Eso sin contar el dinero que reciben de los gobiernos: el Fondo Monetario Internacional (FMI) estima que en 2015 los subsidios a la industria fósil serán de 5,3 billones de dólares a nivel global[26], una cantidad mayor que el gasto sanitario en todo el mundo para este mismo año[27]. Así, se revela la verdadera situación: aunque los promotores de esta salida tecnológica venden la geoingeniería como un plan alternativo[28] por si llegamos “tarde” con la reducción de emisiones, la realidad es que no tienen ninguna razón para no sacar directamente el as de la manga.

### **Asfaltando el camino a París**

Solo en esta lógica se entiende la dialéctica sibilina, trufada de eufemismos de difícil descifrado, que han engalanado la antesala de la cumbre del clima de París. Así, escuchamos conceptos como el de “emisiones netas cero”[29] que apela al fenómeno de la compensación de emisiones (podemos seguir emitiendo porque ya lo compensaremos, por ejemplo capturando carbono) que ha sido una de las bases también de los fallidos mercados de carbono y otros mecanismos de mercado ensayados; o como el de *balance neutro de carbono* referido a las emisiones que seguiremos poniendo en la atmósfera los próximos años, pero que compensaremos en el futuro, a partir de la segunda mitad de siglo, cuando logremos desarrollar la captura de carbono que incluso –aseguran alegremente– nos permitirá escenarios de “emisiones negativas”.

Conviene recordar que quien negocia en las cumbres del clima son esos mismos gobiernos que otorgan las suculentas subvenciones de las que hemos hablado. Cuando en las cumbre los gobiernos discuten sobre grandes objetivos de reducción, a menudo escuchamos cifras tranquilizadoras a largo plazo. Pero se nos escamotea al gran público que la ruta elegida para llegar a esos objetivos incluye a la geoingeniería en sus distintas vertientes, un camino muy diferente a un verdadero cambio de paradigma acorde con los límites físicos del planeta. Y lo triste es que la elección de ese camino cuenta con cierto respaldo científico.

El grupo intergubernamental de experto para el cambio climático (IPCC) ha sufrido innumerables presiones de países como Rusia, Estados Unidos, Canadá y Reino Unido para que tome partido por la geoingeniería en sus informes[30]. Los reiterados fracasos políticos como el de la Conferencia de Copenhague, incapaces de cerrar acuerdos significativos, vinculantes y globales de reducciones de emisiones, han asfaltado el camino a esta tecnología, a la cual la mayoría de la comunidad científica no ha querido hasta muy recientemente considerar en serio, por su incertidumbre y nivel de riesgo. Hasta ahora el IPCC venía resistiendo estas presiones. Es revelador que una búsqueda por palabras en los Resúmenes para Responsables de Políticas en los informes de 2001 y 2007 no arroje apenas resultados, lo que demuestra que este tema estaba prácticamente ausente de este foro científico.

No obstante, en el quinto y último informe, hecho público en 2014[31] el asunto entró finalmente en la agenda oficial del organismo. Sin respaldar estas opciones abiertamente y reconociendo las incertidumbres, el IPCC asume sin embargo la captura de carbono como un escenario realista de mitigación[32]. Es importante resaltar que este hecho podría amenazar la hasta ahora reputada independencia científica del IPCC[33] como lo sugiere el hecho de que ya haya suscitado críticas dentro de la comunidad científica[34]. En particular, el IPCC enfatiza el papel que podría jugar una técnica conocida como Bioenergía con Captura y Almacenamiento de Carbono (BECCS). Esta hipotética tecnología (no demostrada) consiste en plantar árboles y cultivos energéticos para luego quemarlos en centrales térmicas atrapando el CO<sub>2</sub> antes de que escape a la atmósfera, de modo que obtendríamos energía que no generaría nuevas emisiones, al estar quemando biomasa que previamente habrá captado CO<sub>2</sub>. Un paradigmático ejemplo de “emisiones negativas”. Desde mi punto de vista, al dar oxígeno a esta vía el IPCC se adentra –probablemente no sin cierta resignación pero abriendo una puerta que será difícil de cerrar– en el terreno del pensamiento mágico, ignorando los impactos y mitos sobre los que se asienta BECCS[35]. De alguna forma esto supone una especie de “bendición papal” para que los debates políticos incorporen la geoingeniería con cierta legitimidad.

### **Mantener el statu quo**

La relación de intereses es clara. Cuando se hurga un poco en el aun relativamente pequeño grupo de científicos que están

deseosos por despejar el camino legal que permita el lanzamiento de sus prototipos de manipulación climática, se encuentra que varios de ellos tienen lazos con la industria[36]. Y las propias compañías de combustibles fósiles tienen claro que se les abre un nuevo y suculento campo de negocio. La compañía Shell, por citar un ejemplo, ya está desarrollando prototipos de captura de carbono y además está demandando abiertamente subsidios públicos para construir más. Parte de este CO<sub>2</sub> capturado se utilizará, inyectándolo en antiguos pozos petrolíferos, en procesos de recuperación mejorada de petróleo (EOR, por sus siglas en inglés), es decir, servirá paradójicamente para “rebañar” los pozos y arañarles unos cuantos barriles más. En resumidas cuentas, un negocio redondo. Las empresas que han creado el problema se erigen así como el mesías que nos salvará, y aún debemos pagarles por ello[37].

En definitiva la geoingeniería se plantea como una estrategia para mantener el statu quo y seguir emitiendo GEI. Pero probablemente no se trata en definitiva de simplemente mantener el poder de la industria fósil; en el fondo lo que no queremos cuestionar, lo que debe permanecer intocado, es la lógica dominante y utilitarista de la sociedad occidental, que en su desmesura parece presuponer la falsa premisa de que la Tierra es algo estático y sin límites. Así, la geoingeniería representa la única forma plausible de afrontar la ineludible y ya acuciante realidad climática, sin tener que tocar el núcleo del sistema.

En esta hoja de ruta tácita, no sería descabellado aventurar que en una primera fase veremos promover el desarrollo masivo de las -más aceptables- tecnologías de captura de carbono, que permitan realizar el oxímoron del “carbón limpio”, mientras se gana tiempo para que las otras tecnologías más futuristas, las del manejo de la radicación solar dejen de ser un tabú y se hagan más digeribles, tanto a nivel político como social.

A medida que el calentamiento se torne más dramático, crecerá la tolerancia social hacia experimentos que hoy nos parecen de ciencia ficción y que rechazamos de plano. Actualmente el Convenio sobre la Diversidad Biológica[38] y otros acuerdos internacionales establecen prohibiciones o moratorias a la geoingeniería. Pero las presiones para derribarlas son enormes. Hoy aún estamos a tiempo de elegir otro camino, de ir por la vía lenta, de empezar a reducir las emisiones. Dentro de veinte años no. Entonces no habrá otro escenario posible. Y en ese momento la decisión de embarcarnos en este peligroso e incierto camino de dudoso retorno no será una decisión sosegada, sino que será una respuesta de pánico. Será como beber agua del mar para aplacar la sed, sabiendo que nos hará daño. En un encaje perfecto de la doctrina del shock, aceptaremos cabizbajos una salida desesperada en la que todos nos pondremos las orejas para no ver los efectos[39].

Es increíble la ceguera manifiesta que tenemos frente al largo plazo. Los éxitos científico-tecnológicos suelen impedirnos ver con claridad el hecho de que la ciencia tiene poco que decir sobre los efectos futuros posibles de sus aplicaciones en nuestras sociedades y en nuestros ecosistemas[40]. Ninguno de los promotores de esta tecnología tiene un plan para cuando estos parches tecnológicos revienten. Los más posibilistas argumentan, de forma poco creíble, que se trata de un plan transitorio; regulemos la luz del sol, mientras vamos avanzando hacia una economía de bajas emisiones, luego desconectaremos la mangueras. La pregunta es obligada: ¿si ese es el verdadero plan, porque no empezar a hacer esa transición de modelo ahora y nos ahorramos el experimento?

## **Consideraciones finales**

El peligro inmediato de la geoingeniería no será probablemente la batería de experimentos marcianos que, como la “opción Pinatubo”, alumbran una salida de emergencia. Es posible que estos proyectos nunca lleguen a realizarse. Su potencial dañino hoy viene dado por su capacidad para mantener vivo el sueño tecnológico que tiene adormecida a la sociedad. La manipulación climática nos ofrece una excusa perfecta para no movernos del sillón y seguir depredando los recursos del Planeta. Como argumentan varios autores, posiblemente nada nos libre ya de un colapso civilizatorio[41]. Pero virar el timón hoy será muy distinto a hacerlo dentro de un par de décadas, cuando ya no haya posibilidad de ocultar más basura bajo la alfombra y entremos en pánico.

Las implicaciones ecológicas y éticas de implementar la geoingeniería obligarían a un debate social que (nuevamente) se le está hurtando a la sociedad. Salga a la calle y pregunte a la gente qué opina sobre este tema: la gran mayoría no sabrá de qué demonios le habla. Se está convirtiendo una cuestión eminentemente política y moral en un asunto técnico decidido por expertos. Los foros de especialistas discuten y emiten ya informes sobre diferentes opciones de gobernanza para la geoingeniería[42],[43]. Acordar estos elementos antes de que la sociedad decida si quiere ir por ese camino, es dar por supuesto que la manipulación climática será una realidad por la fuerza de los hechos. Esta imposición tecnológica, inserta en la habitual falta de control social de la ciencia, impedirá que nos hagamos preguntas vitales sobre el futuro que queremos.

La única esperanza es la reacción social y el empoderamiento ciudadano. Sabemos que los cambios sociales se empujan desde abajo. La sociedad parece dar señales de estar despertando, pero aún estamos lejos de alcanzar una masa crítica necesaria que entienda y asuma la crisis ecológica en toda su dimensión, y actúe en consecuencia, en todas las direcciones posibles, para desarticular el núcleo del sistema.

**Este artículo ha sido publicado en el número 131 de la revista Papeles para la Paz**

- [1] S. Self et al., "The Atmospheric Impact of the 1991 Mount Pinatubo Eruption" United States Geological Service, disponible en <http://pubs.usgs.gov/pinatubo/self/> Acceso el 2 de septiembre de 2015.
- [2] J. Blackstock et al., "Climate Engineering Responses to Climate Emergencies" NOVIM Report, 2009 Disponible en <http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0907/0907.5140.pdf> Acceso el 3 de septiembre de 2015
- [3] El albedo es la reflectividad de la superficie terrestre
- [4] P. Luna, "Manipular el clima para combatir el cambio climático" BBC Mundo, 9 de noviembre de 2010, disponible en [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/11/101108\\_que\\_es\\_geoingenieria\\_pl.shtml](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2010/11/101108_que_es_geoingenieria_pl.shtml) Acceso el 3 de septiembre de 2015
- [5] El biochar es un residuo de carbón vegetal formado mediante pirólisis de la biomasa, con propiedades fertilizantes para el suelo. Este residuo atrapa el CO<sub>2</sub> existente en la planta, con lo que los promotores de esta técnica defienden la idea de que el biochar produce "emisiones negativas" de carbono, al retirar CO<sub>2</sub> de la atmósfera en lugar de añadirlo. Proponen la extensión de plantaciones industriales de biomasa a gran escala para que atrapen CO<sub>2</sub> durante la fotosíntesis que tras la pirólisis quedaría atrapado en el biochar, que sería luego utilizado como fertilizante. Para una lectura crítica sobre el biochar ver "Real Problems, False Solutions" *Econexus*, 2009. Disponible en <http://www.econexus.info/publication/real-problems-false-solutions> Acceso el 14 de septiembre de 2015
- [6] La pretendida neutralidad de emisiones de la biomasa está hoy día sobradamente rebatida. Para más información consultar "Sustainable Biomass: a modern Myth", Biofuelwatch, Septiembre de 2012, disponible en <http://www.biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/amodernmyth1209.pdf> Acceso el 14 de septiembre de 2015.
- [7] Consiste en provocar artificialmente mediante tubos surgencias marinas de aguas profundas ricas en nutrientes, que serán utilizados por el fitoplancton para proliferar en un proceso en el que también utilizan CO<sub>2</sub> disuelto y energía solar
- [8] Una vez capturado el CO<sub>2</sub> debe ser transportado e inyectado en formaciones geológicas para su almacenamiento. Es un proceso químico energéticamente costoso, y el transporte y el almacenamiento no está en absoluto exento de riesgos.
- [9] S. Ribeiro, "Cambio climático: armando la trampa" *Alainet*, 1 de junio de 2015, disponible en <http://www.alainet.org/es/articulo/170005> Acceso el 16 de septiembre de 2015.
- [10] Diferentes países están desarrollando Atlas de emplazamientos útiles para el almacenamiento.
- [11] Report prepared by McLaren Environmental for the European Climate Foundation "The likely implications for climate change from development and deployment of Underground Coal Gasification technologies" Diciembre de 2012
- [12] La operación Popeye durante la guerra de Vietnam consistente en la siembra de nubes con yoduro de plata y yoduro de plomo provocó un alargamiento de la temporada del monzón, produciéndose inundaciones de caminos que hacían el terreno difícilmente transitable para el ejército vietnamita. Para más información ver Operación Popeye, disponible en [https://en.wikipedia.org/wiki/Operation\\_Popeye](https://en.wikipedia.org/wiki/Operation_Popeye) Acceso el 3 de septiembre de 2015
- [13] Gobierno anuncia bombardeo de nubes a partir de mayo, *Diario Uchile*, 13 de febrero de 2012, disponible en <http://radio.uchile.cl/2012/02/13/gobierno-anuncia-bombardeo-de-nubes-a-partir-de-mayo> Acceso el 14 de septiembre de 2015.
- [14] "China "seca" las nubes" *El País*, 10 de agosto de 2007, disponible en Ver más en: [http://sociedad.elpais.com/sociedad/2007/08/10/actualidad/1186696801\\_850215.html](http://sociedad.elpais.com/sociedad/2007/08/10/actualidad/1186696801_850215.html) Acceso el 14 de septiembre de 2015
- [15] ETC Group. "Geopiracy" 2010 Disponible en [http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/pdf\\_file/ETC\\_geopiracy\\_4web.pdf](http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/publication/pdf_file/ETC_geopiracy_4web.pdf) Acceso el 18 de septiembre de 2015.
- [16] National Academies of Science "Climate Intervention" 2015 disponible en <http://dels.nas.edu/resources/static-assets/materials-based-on-reports/reports-in-brief/climate-intervention-brief-final.pdf> Acceso el 18 de septiembre de 2015
- [17] "Solar Radiation Management: the governance of research" Royal Society, 2011. Disponible en [https://royalsociety.org/~media/Royal\\_Society\\_Content/policy/projects/solar-radiation-governance/DES2391\\_SRMGI%20report\\_](https://royalsociety.org/~media/Royal_Society_Content/policy/projects/solar-radiation-governance/DES2391_SRMGI%20report_)

web.pdf Acceso el 17 de septiembre de 2015

[18] J. Haywood y otros, "Asymmetric forcing from stratospheric aerosols impacts Sahelian rainfall" Nature, 2013. Disponible en [http://empslocal.ex.ac.uk/people/staff/dbs202/publications/2013/haywood\\_nature\\_cc\\_paper.pdf](http://empslocal.ex.ac.uk/people/staff/dbs202/publications/2013/haywood_nature_cc_paper.pdf) Acceso el 18 de septiembre de 2015.

[19] P. Brown y J. Schmidt, "La vida en el Antropoceno: un escenario tendencial o una retirada compasiva?" en "Gobernar para la Sostenibilidad. La situación en el Mundo 2014" FuhemEcosocial y WorldwatchInstitute.

[20] En el caso de las inyecciones de azufre en la estratosfera, los efectos serían muy distintos si estas se producen en el hemisferio Norte a si se producen en el hemisferio Sur. Consultar E. King "Scientists warn earth cooling proposals are no climate "silver bullet" RTCC, 11 de Julio de 2013. Disponible en <http://www.rtcc.org/2013/06/14/scientists-warn-earth-cooling-proposals-are-no-climate-silver-bullet/> Acceso el 18 de septiembre de 2015

[21] S. Alexander, "A critique of Techno-Optimism: EfficiencywithoutSufficienciyisLost" Melbourne SustainableSocietyInstitute, Enero 2014, disponible en [http://www.postcarbonpathways.net.au/wp-content/uploads/2014/01/1\\_Critique\\_of\\_Techno\\_Optimism-with-blurb.pdf](http://www.postcarbonpathways.net.au/wp-content/uploads/2014/01/1_Critique_of_Techno_Optimism-with-blurb.pdf) Acceso el 14 de septiembre de 2015

[22] Un enfoque más cauteloso sería considerar la incertidumbre científica como algo inherente a nuestra de conocer el mundo, más que una barrera que debe ser superada. Ver P. Brown y J. Schmidt, op. cit.

[23] P. Brown y J. Schmidt op cit.

<sup>[24]</sup> De las doce mayores empresas del planeta, ocho son de petróleo y energía, dos son comerciantes de alimentos y dos fabricantes de automóviles Para más información consultar: <http://fortune.com/global500/>

<sup>[25]</sup> P. Mooney, N. Daño. "El show climático de París" Project Syndicate, disponible en <http://www.project-syndicate.org/commentary/un-climate-change-conference-paris-by-neth-dano-and-pat-mooney-2015-07/spanish> Acceso el 16 de septiembre de 2015

<sup>[26]</sup> "How large are energy subsidies?" IMF working paper, 2015. <http://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2015/wp15105.pdf>

<sup>[27]</sup> <http://www.theguardian.com/environment/2015/may/18/fossil-fuel-companies-getting-10m-a-minute-in-subsidies-says-imf>

<sup>[28]</sup> K. Ritter, "Climatechange Plan B stirscontroversy, doubt" Portland PressHerald, 11 de abril de 2014 Disponible en [http://www.pressherald.com/2014/04/11/climate\\_change\\_plan\\_b\\_stirs\\_controversy\\_doubt/](http://www.pressherald.com/2014/04/11/climate_change_plan_b_stirs_controversy_doubt/) Acceso el 16 de septiembre de 2015

<sup>[29]</sup> "New Report Shows How to Decarbonize Development with 3 Steps to a Zero Carbon Future" Banco Mundial, mayo de 2015. Disponible en <http://www.worldbank.org/en/news/press-release/2015/05/11/new-report-how-to-decarbonize-development-3-steps-to-zero-carbon> Acceso el 16 de septiembre de 2015

<sup>[30]</sup> M. Lukacs, S. Goldenberg and A. Vaughan "Russia urges UN climate report to include geoengineering" The Guardian 19 de setiembre de 2013. Disponible en <http://www.theguardian.com/environment/2013/sep/19/russia-un-climate-report-geoengineering> Acceso el 16 de septiembre de 2015

<sup>[31]</sup> Proposalforan IPCC expert meeting in geoingeneering, IPCC, 2010. disponible [https://www.ipcc-wg2.gov/meetings/EMs/doc05\\_p32\\_proposal\\_EM\\_on\\_geoengineering.pdf](https://www.ipcc-wg2.gov/meetings/EMs/doc05_p32_proposal_EM_on_geoengineering.pdf) Acceso el 16 de septiembre de 2015

<sup>[32]</sup> AR5 Synthesis report, IPCC, pg 23, 2014. Disponible en [http://ar5-syr.ipcc.ch/ipcc/resources/pdf/IPCC\\_SynthesisReport.pdf](http://ar5-syr.ipcc.ch/ipcc/resources/pdf/IPCC_SynthesisReport.pdf) Acceso el 16 de septiembre de 2015.

<sup>[33]</sup> Los principios de gobierno del IPCC afirman que sus informes deben evitar las sugerencias políticas y guardad la neutralidad en este aspecto. Para más informaciónconsultar**Principles Governing IPCC Work** - Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC) - Junio 2012 - <http://www.ipcc.ch/pdf/ipcc-principles/ipcc-principles.pdf>

<sup>[34]</sup> O. Geden, "Policy: Climate advisers must maintain integrity" Nature, 6 de mayo de 2015. Disponible en <http://www.nature.com/news/policy-climate-advisers-must-maintain-integrity-1.17468#/b4> Acceso el 16 de septiembre de 2015

<sup>[35]</sup> Los promotores de esta tecnología ignoran que la captura de carbono es un proceso energéticamente costoso, lo que pone en entredicho el balance de emisiones planteado. También ignoran los límites en la disponibilidad de almacenamientos. Por otra parte el asumir esta tecnología como algo factible solaya el problema de la gran demanda de tierra fértil para cultivos que su desarrollo implicaría con todos los problemas asociados que esto acarrea (competencia con cultivos alimentarios, demanda de agua, acaparamiento de tierras, emisiones por cambios de uso del suelo,...) Para una lectura crítica sobre BECCS consultar R. Smolker and A. Ernsting, BECCS (Bioenergy with Carbon Capture and Storage): Climate saviour or dangerous hype?, Biofuelwatch, 2012

<sup>[36]</sup> N. Klein, "This changes everything. Capitalism versus the Climate", Simon and Schuster 2014.

<sup>[37]</sup> The Guardian "Shell are already developing CCS prototypes but on a very small scale and are demanding subsidies to build more." 2 de julio de 2015 Disponible en <http://www.theguardian.com/environment/2015/jul/02/fossil-fuel-companies-should-be-made-to-invest-in-carbon-capture-and-storage> Acceso el 16 de septiembre de 2015.

[38] Convenio sobre Diversidad Biológica, COP 10, Decisión X/33, Biodiversity and ClimateChange, Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-10/cop-10-dec-33-es.doc> Acceso el 18 de septiembre de 2015

<sup>[39]</sup> N. Klein, op. cit.

[40] N. Sosa. "Ética y manipulación genética". Jornadas de Formación sobre alimentos transgénicos, Amayuelas de Abajo, 1999. mimeo

[41] Varios autores "Manifiesto última llamada" Disponible en <https://ultimallamadamanifiesto.wordpress.com/el-manifiesto/> Acceso el 18 de septiembre de 2015

[42] "Options and Proposals for the International Governance of Geoingeneering" Umwelt Bundesamt (Agencia Ambiental alemana) 2014. Disponible en [http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/climate\\_change\\_14\\_2014\\_komplett\\_korr.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/climate_change_14_2014_komplett_korr.pdf) Acceso el 18 de septiembre de 2015.

[43] Royal Society, op. cit.