Tecno-optimismo climático: el escapismo tecnológico frente al calentamiento global

Septiembre 16, 2016

por Samuel Martín Sosa Rodríguez, responsable del area internacional de Ecologistas en Acción (Revista Papeles)

10 de junio de 2016

Resumen:

En "*Tecno-optimismo climático: el escapismo tecnológico, frente al calentamiento global*", **Samuel Martín-Sosa Rodríguez** plantea la confusión existente entre energía y tecnología. "Es la energía la que mueve la tecnología y no al revés", por tanto es erróneo que desarrollando tecnología podamos encontrar nuevas fuentes de energía o disminuir su consumo, discursos que obvian los límites físicos del planeta. "La tecnología está sirviendo para prolongar la agonía del declive energético y crear un espejismo de solución respecto al principal problema, el climático, que la desmesura energética ha creado" –sostiene Martín-Sosa-, quien alerta que, ante los desafíos ambientales actuales, el mal uso que a menudo la clase política hace del conocimiento científico nos coloca en una situación de "autoritarismo científico" en la que los dirigentes acaban tomando decisiones políticas en nombre de la ciencia.

Los discursos tecno-optimistas destilan habitualmente cierta confusión entre tecnología y energía, como si se tratara de la misma cosa. La premisa es tan sencilla como errónea: desarrollando la tecnología, encontrar nuevas fuentes de energía no será un problema. Tampoco lo será el crecimiento en su consu- mo: se esboza un futuro idealista de economía desmaterializada donde, gra- cias a la eficiencia tecnológica, la producción se desacoplará

del consumo energético (y del uso de los recursos en general), requiriéndose cada vez menos energía por unidad de producción, ad infinitum. Se obvian así los lími- tes físicos y la segunda ley de la termodinámica, que nos habla de la irreme- diable degradación de la energía. [1]
Recordemos que es la energía la que mueve a la tecnología, y no al revés. Es innegable que la tecnología permite acceder a recursos energéticos de otro modo inaccesibles. El conocimiento científico y el desarrollo tecnológico han ido determinantes, especialmente desde la Revolución industrial, para el aprovechamiento y control de la energía, y por extensión, dicho sea de paso, para la dominación. [2] Pero este desarrollo solo ha sido posible, en una especie de círculo del huevo y la gallina, gracias a la disponibilidad de ingentes cantidades de energía barata. Energía que ha sido provista fundamentalmente por los combustibles fósiles, unos recursos ineludiblemente finitos, algo que la tecnología no podrá nunca evitar, aunque si ralentizar y desde luego disfrazar. La tecnología no podrá nunca resolver la finitud de los recursos. Y el hombre tecnológico necesita una elevadísima cantidad de energía útil de la que no dispondrá en el futuro. [3]
La ilusión tecnológica muestra al mundo, por ejemplo, un panorama en el que gracias a nuevos desarrollos se puede mantener en continuo crecimiento la disponibilidad de nuevas reservas de hidrocarburos. Sin embargo se nos oculta, volviendo a la termodinámica, cuánta de esta energía podremos en verdad aprovechar. El engaño es bastante burdo. Lo que realmente es significativo para mantener el funcionamiento de nuestras sociedades complejas no son los recursos energéticos existentes, sino la energía útil de la que disponemos. La tasa de retorno energético (TRE) de la sociedad, es decir, la cantidad de energía neta que la sociedad obtiene tras descontar la energía que invierte en obtenerla, disminuye inexorablemente con el paso del tiempo, pues cada vez necesitamos invertir más energía en extraer y/o refinar unos combustibles fósiles que son de peor calidad y más inaccesibles. En lo tocante a la energía cada vez será más habitual que, utilizando el refranero español, compremos duros a cuatro pesetas.
De forma oportuna y recurrente se aviva la llama de la esperanza energética, desde la fusión nuclear hasta la economía del hidrógeno, pasando por el *biochar*, los biocombustibles o el *fracking*… algún milagro tecnológico alumbrado por el ingenio humano que, domeñando al hostil entorno, pondrá a disposición de nuestra especie abundantes cantidades de energía barata. En este sentido, podemos decir que la tecnología está sirviendo para prolongar la agonía del declive energético. Pero también, como veremos, para crear un espejismo de solución respecto al principal problema, el climático, que esa fase de desmesura energética ha creado. Y es que, sin negar los increíbles beneficios sociales que la tecnología ha producido, no deja de ser cierto que, en la medida en que la tecnología se ha utilizado para aumentar el acceso a los recursos fósiles, también ha sido un cómplice cautivo en la generación del cambio climático. Proponer, sin más, la aplicación de la tecnología como solución al mismo, pasa por la convicción de que el problema climático es meramente un problema técnico al que le bastan soluciones también técnicas; [4] una convicción que ignora de entrada la señalada diferencia entre energía y tecnología. Además, la idea de que la tecnología por si sola puede solventar el problema climático, ya sea mediante el desarrollo de sistemas de producción limpia o, sobre todo, mediante la remediación de los daños, no parece tener en cuenta los propios límites del sistema tecno- científico, no ya en lo relativo a disponibilidad de energía y materiales para perpetuarse y desarrollarse, sino en lo referente al propio conocimiento. El clima es un sistema espacio- temporal complejo que aún hoy en buena medida no alcanzamos a comprender. [5] Intentar manipularlo a través de la tecnología es un ejercicio de arrogancia que nos puede costar muy caro. Un sistema de toma de decisiones responsable debe tener en cuenta tanto las incertidumbres como la posibilidad de existencia de amenazas desconocidas. Es necesario entender la incertidumbre en lugar de negarla, y ello pasa por asumir un mayor nivel de “humildad” en relación a nuestro nivel de conocimiento y a nuestra capacidad para entender determinados procesos. [6]

Los caminos tecnológicos que alumbra el Acuerdo de París
En diciembre de 2015 se selló en la capital francesa, en el marco de la Convención de Cambio Climático, el Acuerdo de París, [7] que marca la hoja de ruta de la lucha climática en el futuro. El texto, saludado entre vítores y parabienes desde la oficialidad como el inicio de un camino sin retorno hacia un mundo sin carbono, representa el primer gran acuerdo climático, adoptado por unanimidad por los 195 países que forman parte de la Convención, en los más de veinte años transcurridos desde su creación
Si nos dejáramos guiar por la mayoría de las reacciones internacionales, lo acordado en París, aunque con un insuficiente nivel de ambición dada la magnitud del reto, como sí es reconocido por todos, supone un cambio en el *statu quo* de la acción climática. Apoya esta idea el hecho de que por primera vez se asume por parte de todos los países el problema; todos, incluyendo los más contaminantes, se someten a un procedimiento de promesas de reducción y de rendición de cuentas y, desde el principio del Acuerdo, en el artículo 2, se explicita el compromiso de contener el aumento de la temperatura muy por debajo de 2 °C respecto a los niveles preindustriales, incluso el de proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 °C
Ciertamente este objetivo tan explícito solo podría estar acompañado de medidas bien drásticas para realizarse,

teniendo en cuenta que la NASA acaba de confirmar en marzo de 2016 que 2015 fue el año más caluroso desde que se empezaron a medir las temperaturas, y que quince de los dieciséis años más calurosos desde que hay registros han tenido lugar entre 2001 y la actualidad. [8] Esperaríamos ver medidas de compromiso inmediato en el Acuerdo para hacer frente a las emisiones, hojas de ruta para el abandono inminente de los combustibles fósiles, estrategias explícitas para el despliegue de energías renovables, planes de fuerte contracción en el uso de la energía, una apuesta decidida por la agroecología frente al modelo agroindustrial, un compromiso de avanzar hacia la relocalización de las economías y consiguiente reducción del comercio internacional,… todo ello bajo el paraguas de un objetivo de mitigación contundente

Sin embargo, los motivos de celebración duran poco a medida que la lectura del Acuerdo va desvelando un texto vacío no ya de compromisos, sino de señales en dicho sentido. Para empezar, no existe un compromiso numérico de mitigación; ni una sola cifra. Borradores anteriores del acuerdo llegaron hablar de una reducción de emisiones para 2050 de entre el 40% y el 95% respecto a los niveles de 2010, [9] pero este objetivo se esfumó del acuerdo final.
¿Dónde están entonces los cambios estructurales en la economía que deberían alejarnos de la senda fósil? No están. El Acuerdo de París se asienta sobre una ilusión. Todo el mundo asume de forma tácita que el objetivo de temperatura será de todo punto inalcanzable si se persiste en la apuesta por los combustibles fósiles. Del mismo modo, no se podrá cumplir si se persiste y profundiza en el actual modelo de agricultura industrial, generador de entre el 24% y el 57% de las emisiones, según los estudios que utilicemos. [10] Tampoco si no se abordan las emisiones procedentes del comercio internacional (aviación y transporte marítimo), que hoy día ya son equiparables a las de Reino Unido y Alemania juntas, que no le son imputadas a ningún país, y que de proseguir con la actual tendencia podrían crecer hasta un 250% de aquí a 2050. [11]

Y da la impresión de que el mundo bienpensante, en su necesidad de creer, asume que el propio sentido común hará que abandonemos ese modelo y se acometa esa profunda reestructuración social, por si sola, por el mero hecho de habernos marcado semejante objetivo de temperatura. Pero al mismo tiempo, da también la impresión de que en el fondo todo el mundo sabe que se trata de una ilusión, y que un acuerdo en estos términos nunca hubiera visto la luz, habida cuenta de los importantes intereses en juego. Estamos hablando de dos lobbies industriales muy poderosos, por un lado el energético, por otro el agroindustrial. Y en el centro de estos dos ejes está el comercio, algo por cierto protegido por el propio texto del Convenio sobre el cambio climático. [12]
Resumiéndolo en una verdad de perogrullo: mover, gracias a los combustibles fósiles, mercancías agrícolas (por ejemplo) por todo el mundo, es incompatible con dejar dichos combustibles en el subsuelo y producir los alimentos de forma local y a pequeña escala. Así que para mantener el espejismo, haciéndonos trampas al solitario, mantenemos el fin sin poner los medios. ¿Cómo podremos entonces seguir haciendo lo mismo al tiempo que defendemos tener un plan para que las cosas cambien? Alumbrando una salida: la salida de la tecnología.
El objetivo de mitigación finalmente adoptado en el Acuerdo de París no puede ser a un tiempo más vago y esclarecedor en relación a esta salida: «alcanzar un *equilibrio* entre las emisiones antropogénicas y la absorción antropógena por los sumideros en la segunda mitad de siglo» (la cursiva es del autor). El horizonte temporal es bien largo, casi dentro de un siglo, y el fin ya no es dejar de emitir gases de efecto invernadero, sino compensar lo emitido con lo capturado. Luz verde para los combustibles fósiles, a los que de forma significativa ni siquiera se menciona en el Acuerdo. Luz verde para las tecnologías de captura de carbono. Luz verde para la agricultura industrial climáticamente inteligente…
Esta ventana abierta no es desde luego una apuesta explícita en el Acuerdo; sin embargo está ahí, agazapada, diciendo sin decir. Es importante que la sociedad tome plena conciencia de ello y no se deje anestesiar por cantos e sirenas que glosan un supuesto cambio de rumbo. [13]

El equilibrio entre lo emitido y lo absorbido

Las plantas, los árboles y el suelo pueden almacenar CO_2. También los océanos, que son los mayores sumideros de carbono del planeta, y que ya han absorbido un 30% de las emisiones antropogénicas desde la Revolución industrial, [14] aunque su capacidad para retirar CO_2 de la atmósfera está claramente disminuyendo. [15] [16]
Podríamos pensar que el Acuerdo de París nos habla de otorgar un papel fundamental a la conservación y adecuada gestión de los bosques. O a un buen manejo de los suelos que, a través de prácticas agroecológicas, aumente su capacidad de sumidero. [17] Investigaciones muy recientes apuntan a que la biosfera está dejando de tener capacidad de absorber gases de efecto invernadero para pasar a ser un emisor neto. Ya no hablamos de nuevas emisiones antropogénicas sino de que la propia Tierra, a medida que pierde capacidad homeostática, emite estos gases y se convierte en una fuente adicional. [18]
En realidad, ¿a qué se refiere el Acuerdo con eso del *equilibrio*?, ¿cómo capturar todas las emisiones adicionales que vendrán si la capacidad de captación está ya bastante comprometida? Existe la esperanza –en realidad esa

ilusión sobre la que afirmo se sustenta el acuerdo de París– de que en algún momento alrededor de mediados del presente siglo se desarrolle, a gran escala, alguna tecnología capaz de capturar el CO_2 de las chimeneas, antes de que se libere a la atmósfera. Ese es el plan. Estas tecnologías no están a día de hoy disponibles.
Las técnicas basadas en la idea de retirar carbono de la atmósfera son una de las dos principales ramas de la geoingeniería, que podemos definir como la modificación intencionada y a gran escala de los sistemas naturales (océanos, suelos, atmósfera), con el propósito de alterar las condiciones climáticas. La otra gran apuesta tecnológica de esta ingeniería del clima son las técnicas de manejo de la radiación solar, es decir, aquellas dirigidas a modificar la influencia del sol para hacer disminuir la temperatura (simulación de volcanes, blanqueo de nubes, aumento del albedo, etc.). [19]
La captura y almacenamiento de carbono es otra de las tantas promesas tecnológicas que han hecho bluf, al no haber sido capaz de despegar a pesar de las inversiones realizadas. Los proyectos piloto existentes están haciendo aguas después de varios años en marcha [20] al enfrentarse a importantes retos técnicos y sobre todo económicos. La mayor parte del coste económico es el asociado a la fase de captura, un proceso energéticamente muy intensivo y cuya viabilidad a nivel experimental solo se ha demostrado para algunos tipos de plantas.
Según la Agencia Internacional de la Energía, para mantenernos en un escenario de mitigación consistente con los 2 °C, se necesitarían más de 100 proyectos de captura que eliminen 270 millones de toneladas métricas de CO_2 cada año a partir de 2020. [21] Si quisiéramos ganar un excedente de emisión de 125 Gt de CO_2 sobre lo estimado para el escenario de 2 °C –una cantidad bastante exigua–, extrapolando la actual capacidad de captura a nivel mundial, en 2050 tendría que haber unos 3500 proyectos operativos. [22] Esta expectativa de crecimiento de la capacidad de captura es impensable, teniendo en cuenta que a día de hoy hay solo unas pocas decenas de proyectos en operación.
Sus defensores alegan que existe un problema fundamental de escala, que requeriría de un despliegue masivo de tecnología para hacerla eficiente y económicamente viable. [23] La UE comenzó precisamente hace años un ambicioso programa de ayudas (NER300) que pretendía incentivar el que aquellas empresas con proyectos de este tipo los desarrollaran a gran escala. Pocos años después la esperada inversión no se ha producido, el programa se ha venido abajo, y no solo los proyectos europeos, sino en general los de todo el mundo(salvo unos pocos casos en Canadá o Noruega) están fracasando; [24] [25] uno de los ejemplos más recientes de retroceso lo tenemos en Reino Unido, país que había apoyado políticamente esta tecnología. [26]
Además, el trasporte y el almacenamiento no están en absoluto exentos de riesgos. Una vez almacenado el CO_2, la herencia de este riesgo es para siempre, existiendo el peligro de fugas accidentales por causas humanas o naturales. No hay garantía de la estabilidad del almacenamiento, pudiéndose inducir movimientos sísmicos no previstos, como ya ha ocurrido en proyectos de inyección de gas en el subsuelo marino. Aún tenemos reciente el recuerdo de los más de 600 sismos en otoño de 2013 producidos por el proyecto Castor en Vinarós, algunos de los cuales alcanzaron 4,2 grados en la escala de Richter. [27]
En cualquier caso, un despliegue masivo de esta técnica implicaría una elevada demanda de emplazamientos aptos para el almacenamiento, lo que podría añadir una nueva limitación a su desarrollo. [28] Diferentes regiones del mundo como Europa o Norteamérica ya se han embarcado en la elaboración de atlas de emplazamientos útiles para el almacenamiento; mapeando los lugares donde teóricamente se podría almacenar carbono, lo cual es un factor que puede promover el acaparamiento de tierras. [29]

BECCS

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) en su último informe introduce la captura de carbono en gran medida en sus escenarios de mitigación para alcanzar el objetivo de 2 °C. [30] Y en particular menciona el papel que podría jugar –junto con una rápida y paralela reducción de emisiones–, una tecnología denominada bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS, por sus siglas en inglés). Esta hipotética opción tecnológica, en absoluto demostrada, implicaría el despliegue masivo de cultivos de biomasa que capturarían CO_2 durante su crecimiento. Estas plantas serían después quemadas en centrales térmicas de biomasa, cuyas chimeneas estarían equipadas con tecnología de captura de CO_2, conformándose un ciclo en el que por un lado se retira CO_2 de la atmósfera y por otro se produce energía de forma “limpia”.
Aunque la captura de carbono a nivel experimental ha sido ensayada acoplándola a centrales térmicas de carbón y a procesos de refinado de etanol, hasta la fecha nunca se ha probado acoplarla a una central de quema de biomasa, ni se ha demostrado la viabilidad económica de semejante proyecto. Hay informes que defienden que esta tecnología podría llegar a eliminar de la atmósfera entre 5 y 20 mil millones de toneladas de CO_2 cada año en el futuro. [31] Sin embargo, más allá de los problemas señalados con la captura y con el almacenamiento de carbono, apoyar las expectativas de esta tecnología como solución climática requeriría en primer lugar demostrar que las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas al ciclo de vida de: plantar, cultivar, cosechar, transportar y procesar la biomasa se pueden mantener en unos niveles absolutamente mínimos. Los promotores

de esta tecnología soslayan el hecho de que la captura de carbono es un proceso energéticamente costoso, lo que pone en entredicho el balance de emisiones de CO2 planteado. Además, las emisiones de otros gases de efecto invernadero deben ser computadas; capturar mil millones de toneladas de CO2 implicaría que las emisiones de óxido nitroso, el principal gas de efecto invernadero en el sector agrícola, aumentarían hasta alcanzar cifras tres veces superiores a las actuales. [32]
Por otra parte, sería necesario demostrar la capacidad de amplificar esta tecnología a gran escala. Asumir esta vía como algo factible ignora 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,…). Volviendo al dato anterior, para capturar esas mil millones de toneladas CO2 necesitaríamos hasta 33 veces más suelo del que hoy se usa para cultivar biocombustibles, y necesitaríamos de la misma manera aumentar en un 75% el uso de fertilizantes nitrogenados, además de hasta 7 billones de m3 adicionales de agua dulce. [33] Algunos escenarios del IPCC plantean un desarrollo de la BECCS que multiplicaría por casi tres todas estas cifras para obtener los resultados de mitigación deseados, lo cual nos da una idea de la escala del reto. Además no debemos ignorar que actualmente los ecosistemas terrestres eliminan un 23% de las emisiones procedentes de la quema de los combustibles fósiles; poner en riesgo estos ecosistemas-sumidero para crear otros nuevos es desvestir un santo para vestir otro.
La dimensión de los obstáculos mencionados, y el hecho de que la viabilidad de esta tecnología no se haya demostrado ni técnica ni económicamente hasta ahora, choca frontalmente con el optimismo tecnológico que destilan algunos estudios científicos hasta la fecha, que minimizan estos asuntos y los relegan de forma arrogante a la categoría de incertidumbres sin importancia. Que el propio IPCC, que hasta su quinto informe se había resistido a incluir el tema, acepte ahora la geoingeniería como un escenario de mitigación realista, es altamente preocupante. [34] Porque es conocido el mal uso que a menudo la clase política hace del conocimiento científico, de forma que si a una decisión política se le coloca el calificativo de científico pasa a ser incuestionable. Ello nos sitúa bajo una situación de “autoritarismo científico” [35] en la que los dirigentes acaban tomando decisiones políticas en nombre de la ciencia. En este sentido, el hecho de que el IPCC contemple esta modalidad de geoingeniería da cobertura moral a la clase política para firmar un acuerdo como el de París.
Aunque la tecnología BECCS parece gozar de mayor reconocimiento entre las opciones de captura de CO2, no es descartable, sin embargo, que en el futuro tomen cuerpo otras opciones como la captura directa a partir del aire, en lugar de en procesos acoplados a la producción industrial. [36]
Empleando la tecnología para exprimir los combustibles fósiles

Que el Acuerdo de París no imponga de forma más o menos explícita abandonar la senda fósil, al tiempo que otorga una vía implícita de escapismo para continuar por ella, dará alas a nuevos desarrollos tecnológicos para continuar apurando las reservas de hidrocarburos.
En los últimos años hemos visto como el desarrollo tecnológico ha permitido combinar las técnicas de fracturación hidráulica de alto volumen con las de perforación horizontal, para explotar yacimientos de lutitas antes inaccesibles.
También, el creciente *know-how* en el campo de las perforaciones marinas permite acceder a recursos cada vez más difíciles de extraer, situados en aguas ultra profundas y en condiciones extremas como las del Ártico, multiplicando el potencial de los daños ecológicos en caso de accidente. Del mismo modo, el potencial tecnológico podría permitir también un mayor desarrollo de las reservas de arenas bituminosas por métodos *in situ*, aún hoy poco explotados, con unas emisiones de GEI asociadas aún peores que las extraídas por minería a cielo abierto.[37]
Tampoco son descartables nuevas aventuras tecnológicas para explotar reservas de carbón –hasta hoy no aprovechables– mediante tecnologías como la gasificación subterránea del carbón (UGC, por sus siglas en inglés). Aunque esta tecnología está todavía hoy en pañales, y las grandes corporaciones no parecen haber sido aún seducidas por ella, el Acuerdo de París carece del potencial para impedir su desarrollo, a pesar de comportar un pésimo balance climático y ambiental. [38]
Que el escenario político permite aún mucho recorrido para nuevos experimentos tecnológicos en la explotación de los combustibles fósiles, lo demuestra una ojeada a algunos de los movimientos que realizan las grandes corporaciones. Se están produciendo fusiones entre empresas biotecnológicas y empresas del sector de la energía para desarrollos tecnológicos que permitan aumentar la tasa de recuperación de combustibles fósiles de reservas ya explotadas mediante el empleo de microorganismos, que podrían permitir aumentar en 150% la disponibilidad actual de petróleo, o mejorar en un 40-60% la recuperación de reservas de gas. [39] Algo que va en dirección diametralmente opuesta al tipo de medidas que necesitamos para afrontar la crisis climática.
Pero la situación más irónica que se puede dar es la derivada de combinar directamente la pretendida solución de la captura de carbono con la continuidad de la explotación de combustibles fósiles. Para apurar las reservas de petróleo, se emplea a menudo la inyección de gases como el CO2, para reducir la viscosidad y permitir que el

combustible fluya. Este proceso (recuperación mejorada de petróleo) se lleva a cabo en condiciones de rentabilidad económica si se dispone de una fuente de CO2 abundante y barata. [40] Del mismo modo, los defensores del desarrollo de las técnicas de captura y almacenamiento de carbono antes descritas, apuntan a que el desarrollo a gran escala de esta tecnología solo será económicamente posible si se acopla a procesos de recuperación mejorada de petróleo. Y así ya tenemos servida la perversión climática en estado puro: como solución al problema del CO2 que los combustibles fósiles han creado, planteamos una tecnología para retirarlo de la atmósfera que solo es viable con la condición de que sigamos quemando combustibles fósiles. Nos esclavizamos así a la droga que nos mata lentamente.

La agricultura climáticamente inteligente

En el terreno del sistema agroindustrial también son previsibles nuevas aventuras tecnológicas que se vendan como soluciones climáticas. En realidad la palabra "agricultura" tampoco aparece en el texto del Acuerdo. No obstante 100 de los 180 países que presentaron ante la Cumbre planes de mitigación de emisiones incluyeron medidas relacionadas con los suelos, bosques y agricultura. [41] Es poco previsible sin embargo que estas medidas, cuando se vayan concretando, se alejen de un modelo operado por grandes multinacionales, aderezado con créditos, semillas transgénicas y alimentos kilométricos, amén de un fuerte componente tecnológico. A pesar de que el pequeño campesinado aún alimenta al 70% de la población mundial, [42] el empuje del oligopolio agroindustrial logra cada vez mayores cuotas de influencia en la elaboración de políticas agrarias. [43] Profundizar en el actual modelo agroindustrial nos llevará a pérdidas significativas en las cosechas en 2080, particularmente en los países del Sur, considerando el agravamiento del cambio climático y el aumento demográfico, y resulta cuanto menos dudoso que las apuestas tecnológicas puedan jugar un papel significativo en mitigar estos problemas. [44]

Los sistemas agroecológicos constituyen por contra una respuesta efectiva al cambio climático [45] y a la producción de alimentos –la producción agroecológica dobla y triplica el rendimiento de las técnicas industriales–. [46] Los *lobbies* agroindustriales se ven forzados a desarrollar por tanto nuevas estrategias, en alianza con países industrializados y con las instituciones financieras internacionales, para mantenerse en su pretendido papel de mesías redentores del cambio climático y el hambre.
Promoviendo la denominada "agricultura climáticamente inteligente", estos lobbies se frotan ahora las manos con la crisis climática anunciando esta nueva revolución verde que pretende solucionar estos dos problemas a un tiempo. Sin embargo la sustitución de variedades locales por otras supuestamente mejor adaptadas y más resilientes ante los vaivenes climáticos, crearán un nuevo lazo de dependencia de los agricultores del Sur Global con los productos fitosanitarios de las empresas que controlan dichos cultivo supuestamente "inteligentes". Además se crea un nuevo nicho para la especulación en los mercados de carbono, ya que los cultivos certificados como "climáticamente inteligentes", podrían generar créditos en estos mercados. Es decir, más de la misma ingeniería contable que se ha demostrado sobradamente fallida durante años.
La agricultura climáticamente inteligente esconde amenazas cuyos efectos no somos aún capaces de valorar. Esta aventura tecnológica tiene diversos objetivos: desde desarrollar variedades de plantas cuya actividad fotosintética esté alterada para aumentar su capacidad de captación de CO2, o su capacidad de fijación de nitrógeno, para convertirlas en plantas "autofertilizantes", hasta la liberación de "herramientas de edición genética" –*gene drivers*– para modificar poblaciones enteras de malas hierbas, de forma que se vuelvan susceptibles a herbicidas como el Round Up Ready de Monsanto, según recoge un reciente estudio de la organización ETC. [47]
Con la agricultura climáticamente inteligente se repite nuevamente un patrón ya visto con los combustibles fósiles: el generador del problema se presenta como urdidor de la solución (tecnológica).

Y tras la tecnología…, más tecnología

Como hemos señalado, a menudo las propuestas tecnológicas ignoran o tienden a minimizar los posibles riesgos o las incertidumbres, por grandes que estas sean, y parecen ocuparse poco de los futuros efectos posibles de sus aplicaciones en nuestras sociedades y en nuestros ecosistemas. [48] Y de forma habitual, cuando estos efectos negativos y no previstos o ignorados tienen lugar, carente de cualquier atisbo de análisis autocrítico es nuevamente la tecnología la que se autopropone como portadora, esta vez sí, de una solución infalible.
Hoy en día tomamos la decisión de apostar por tecnologías de captura de carbono como una estrategia para poder seguir emitiendo CO2, para poder mantener el *statu quo*. Pero la alternativa futura, en el supuesto de un eventual fracaso de las tecnologías de captura de carbono, será muy posiblemente también tecnológica. Cuando la sociedad –y particularmente la clase política–, tome conciencia de que la captura de carbono no produce los resultados esperados, la concentración de GEI en la atmósfera será ya escandalosa. Y entonces muy posiblemente la sociedad esté dispuesta a aceptar la puesta en práctica de tecnologías hoy por hoy ni aceptadas socialmente ni

aprobadas políticamente. Hablamos de las tecnologías antes mencionadas de manejo de la radiación solar. Imitar el efecto de los volcanes con tuberías o lanzar millones de espejitos reflectantes al espacio ya no será una seductora elección tecnológica sino un último intento a la desesperada. [49] Y ahí ya no habrá alternativas menos peligrosas.

Notas:

1. J. M. Naredo, y A. Valero, *Desarrollo económico y deterioro ecológico*, Fundación Argentaria-Visor dis. Madrid, 1999.
2. R. Fernández Durán y L. González Reyes, *En la espiral de la energía, Historia de la humanidad desde el papel de la energía (pero no solo)*, Libros en Acción, Madrid, 2014
3. P. Prieto, «La tasa de retorno energético (TRE): un concepto tan importante como evasivo», *Crisis Energética*, 2006. Disponible en: http://www.crisisenergetica.org/ficheros/TRE_tan%20importante_como_evasivo.pdf [acceso el 5 de abril de 2016].
4. D. Beres, «Can Tech Stop Climate Change? We Asked An Expert», *Huffpost tech*, 14 de Diciembre de 2015. Disponible en: http://www.huffingtonpost.com/entry/tech-climate-change_us_566f2719e4b0fccee16f7215 [acceso el 5 de abril de 2016].
5. J: Runge, et al. «Identifying causal gateways and mediators in complex spatio-temporal systems», *Nature Communications n. 6*, 2015. Disponible en: http://www.nature.com/ncomms/2015/151007/ncomms9502/full/ncomms9502.html [acceso el 5 de abril de 2016].
6. A. Stirling, «Let's hear it for scepticism: its suppression is one of the principal threats to science» *Research Blogs*, 2011, Disponible en http://exquisitelife.researchresearch.com/exquisite_life/2011/02/lets-hear-it-for-scepticism-its-suppression-is- one-of-the-principal-threats-to-science.html#more
7. Convención Marco sobre Cambio Climático, «Acuerdo de París», *ONU*, 2015. Disponible en http://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/spa/l09s.pdf
8. National Aeronautics and Space Administration, «NASA, NASA, NOAA Analyses Reveal Record-Shattering Global Warm Temperatures in 2015», *NASA*, 2015, disponible en http://www.giss.nasa.gov/research/news/20160120/ [acceso el 5 de abril de 2016]. (http://www.nasa.gov/press-release/nasa-noaa-analyses-reveal-record-shattering-global-warm-temperatures-in-2015)
9. M. Planelles, «El primer acuerdo contra el cambio climático se aplaza al sábado», *El País*, 11 de diciembre de 2015. Disponible en: http://internacional.elpais.com/internacional/2015/12/11/actualidad/1449815884_438572.html [acceso el 5 de abril de 2016].
10. Según el último informe del IPCC, la agricultura es responsable del 24% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Si integramos todas las emisiones indirectas que podemos asociar a la producción agrícola, el porcentaje es aún mayor. Algunas organizaciones como VSF Justicia Alimentaria Global las cifran en un 40%, y otras como GRAIN incluso atribuyen a este sector una responsabilidad mayoritaria en el total de las emisiones, cifrando la contribución entre un 44% y un 57%, una vez integramos adecuadamente las emisiones derivadas de la deforestación, los procesos agrícolas (insumos químicos, irrigación, etc), el transporte de productos agrícolas, procesamiento y empacado, refrigeración y venta al menudeo, y finalmente los residuos del proceso –la comida que se tira– responsable de un nada desdeñable 3-4% de las emisiones globales, algo que por cierto abre una oportunidad a la acción ciudadana sin esperar a que los gobiernos acuerden nada.
11. Transport and Environment, «Road to Paris: A climate deal must include aviation and shipping», *Transport and Environment*, 2015. Disponible en: http://www.transportenvironment.org/road-paris-climate-deal-must-include-aviation-and-shipping [acceso el 6 de abril de 2016].
12. El artículo 3 de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático recoge: «Las medidas adoptadas para combatir el cambio climático, incluidas las unilaterales, no deberían constituir un medio de discriminación arbitraria o injustificable ni una restricción encubierta al comercio internacional
13. S: Martín-Sosa, «El peligro anestesiante del Acuerdo climático de París», *Eldiario.es*, 2016. Disponible en: http://www.eldiario.es/ultima-llamada/Cumbre_del_Clima-Cop21_6_484761538.html [acceso el 7 de abril de 2016].
14. Intergovernmental Panel on Climate Change. «Climate Change 2014. Synthesis report. Summary for policymakers», *IPCC*, 2014. Disponible en: https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf [accceso el 7 de abril de 2016].
15. G. McKinley, et al., «Convergence of atmospheric and North Atlantic CO2 trends on multidecadal timescales», *Nature Geoscience*, n. 4, 2011.
16. F. Fiz, et al., «Atlantic Ocean CO2 uptake reduced by weakening of the meridional overturning circulation», *Nature Geoscience*, 2013.
17. Ecologistas en Acción, «Agroecología para enfriar el planeta», *Ecologistas en Acción*, 2011. Disponible en:

http://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/cuaderno_agroecologia_enfriar_planeta.pdf [acceso el 7 de abril de 2016].
18. H. Tian, et al., «The terrestrial biosphere as a net source of greenhouse gases to the atmosphere», *Nature*, n. 535, 2016.
19. S. Martín-Sosa, «Geoingeniería: el espejismo del paracaídas mágico», *Papeles de Relaciones Ecosociales y Cambio Global*, FUHEM Ecosocial, n. 131, 2015.
20. F. May, «Failed CCS projects: more than missed opportunities», *Environmental Earth Sciences*, 67, 2012. Disponible en: https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/CO2Speicherung/Downloads/CLEAN_Resuemee_FM.pdf?blob=publicationFile&v=3 [acceso el 7 de abril de 2016].
21. D. Biello, «Can Carbon Capture Technology Be Part of the Climate Solution?», *environment 360*, 2014. Disponible en http://e360.yale.edu/feature/can_carbon_capture_technology_be_part_of_the_climate_solution/2800/
22. Carbon Tracker. Unburnable Carbon 2013, *Wasted capital and stranded assets*, 2013. Disponible en: http://www.carbontracker.org/wp-content/uploads/2014/09/Unburnable-Carbon-2-Web-Version.pdf [acceso el 8 de abril de 2016].
23. D. Biello, 2014, op. cit
24. Fondo de Emprendedores, "Favorecer la contaminación frena los proyectos de almacenamiento de CO2», 2013, Disponible en http://www.fondoemprendedores.fundacionrepsol.com/es/actualidad/noticias/favorecer-contaminacion-frena-proyectos- almacenamiento-co2 [acceso el 7 de abril de 2016
25. Carbon capture and sequestration technologies MIT, «Cancelled and Inactive projects», 31 de marzo de 2016. Disponible en: http://sequestration.mit.edu/tools/projects/index_cancelled.html [acceso el 7 de abril de 2016].
26. J. Murray, «Prime Minister implies CCS technology 'isn't working'» *BussinessGreen*, 2015. Disponible en http://www.businessgreen.com/bg/news/2439531/prime-minister-implies-ccs-technology-isnt-working [acceso el 7 de abril de 2016].
27. C. Arribas, «Captura y Almacenamiento de Carbono», *Ecologista*, n. 79, diciembre de 2013. Disponible en: http://www.ecologistasenaccion.org/article22923.html [acceso el 13 de abril de 2016].
28. Informe elaborado por 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.
29. 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].
30. Intergovernmental Panel on Climate Change «AR5 Synthesis report», *IPCC*, p. 23, 2014. Disponible en: http://ar5-syr.ipcc.ch/ipcc/ipcc/resources/pdf/IPCC_SynthesisReport.pdf [acceso el 16 de septiembre de 2015
31. The Global CCS Institute, «Global status of BECCS projects», 2010. Disponible en: http://hub.globalccsinstitute.com/sites/default/files/publications/13516/gccsi-biorecro-global-status-beccs-110302-report.pdf [acceso el 8 de abril de 2016].
32. Biofuelwatch, «Last-ditch climate option or wishful thinking? Bioenergy with carbon capture and storage», noviembre de 2015 (a). Disponible en: http://www.biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/BECCS-report-web.pdf [acceso el 8 de abril de 2016
33. Biofuelwatch, "Smoke and Mirrors:Bioenergy with Carbon Capture and Storage (BECCS)", noviembre de 2015 (b). Disponible en: http://www.biofuelwatch.org.uk/wp-content/uploads/BECCS-handout-for-CBD-SBSTTA-2015.pdf [acceso el 8 de abril de 2016].
34. S. Martín-Sosa, 2015, op. cit.
35. J. Peteiro Cartele, El autoritarismo científico, Eds. Miguel Gómez, Málaga, 2010.
36. D. Keith, «Why Capture CO2 from the Atmosphere?», *Science*, n. 325, 2009. Disponible en: https://www.ucalgary.ca/news/files/news/David%20Keith_Science%20paper.pdf [acceso el 8 de abril de 2016
37. Ecologistas en Acción, "Petróleos no convencionales", *Ecologstas en Acción*, 2015. Disponible en: http://www.ecologistasenaccion.org/IMG/pdf/petroleos-no-convencionales.pdf [acceso el 8 de abril de 2016].
38. National Toxics Network, «Underground Coal Gasification», 2015. Disponible en: http://www.ntn.org.au/wp/wp-content/uploads/2015/11/Nov-Underground-Coal-Gasification-Nov-2015f.pdf [acceso el 8 de abril de 2016].
39. ETC Group, «Extreme biotech meets extreme energy»,noviembre de 2015. Disponible en: http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/extbio_a4report_eng_v7_4web.pdf [acceso el 8 de abril de 2016
40. Biofuelwatch, 2015 (a), op. cit.
41. M. Planelles, «La agricultura entra en la negociación de París sobre Cambio climático», *El País*, 1 diciembre de 2015. Disponible en: http://internacional.elpais.com/internacional/2015/12/01/actualidad/1448970727_253737.html [acceso el 11 de abril de 2016]

42. K. Maass Wolfenson, «Coping with the food and agriculture challenge: smallholder's agenda», *FAO*, julio 2013. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/sustainability_pathways/docs/Coping_with_food_and_agriculture_challenge Smallh older_s_agenda_Final.pdf [acceso el 13 de abril de 2016].
43. ETC Group. «Monsanto: voracidad infinita-Megafusiones y amenazas a la soberanía alimentaria», 31 de marzo de 2016. Disponible en: http://www.etcgroup.org/es/content/monsanto-voracidad-infinita-megafusiones-y-amenazas-la-soberania-alimentaria#_ednref1 [acceso el 11 de abril de 2016].
44. Center for Global Development, «World Agriculture Faces Serious Decline from Global Warming», julio de 2007. Disponible en: http://www.piie.com/publications/newsreleases/cline_global-warming.pdf [acceso el 11 de abril de 2016
45. B. Lin, et al., «Effects of industrial agriculture on climate change and the mitigation potential of small-scale agro-ecological farms», *CAB reviews*, 2011. Disponible en: http://www.columbia.edu/~km2683/pdfs/Lin%20et%20al.%202011.pdf [acceso el 11 de abril de 2016].
46. J. Guzman, 2014, op. cit.
47. ETC Group, «Pasándose de listos con la naturaleza. Biología sintética y agrocultura climaticamente inteligente», 2015. Disponible en: http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/csa_us_esp_v6_4web.pdf [acceso el 11 de abril de 2016]
48. N. Sosa, "Ética y manipulación genetica", Jornadas de Formación sobre alimentos transgénicos. Amayuelas de Abajo, 1999, mimeo.
49. S. Martín –Sosa, 2015, Op. Cit.