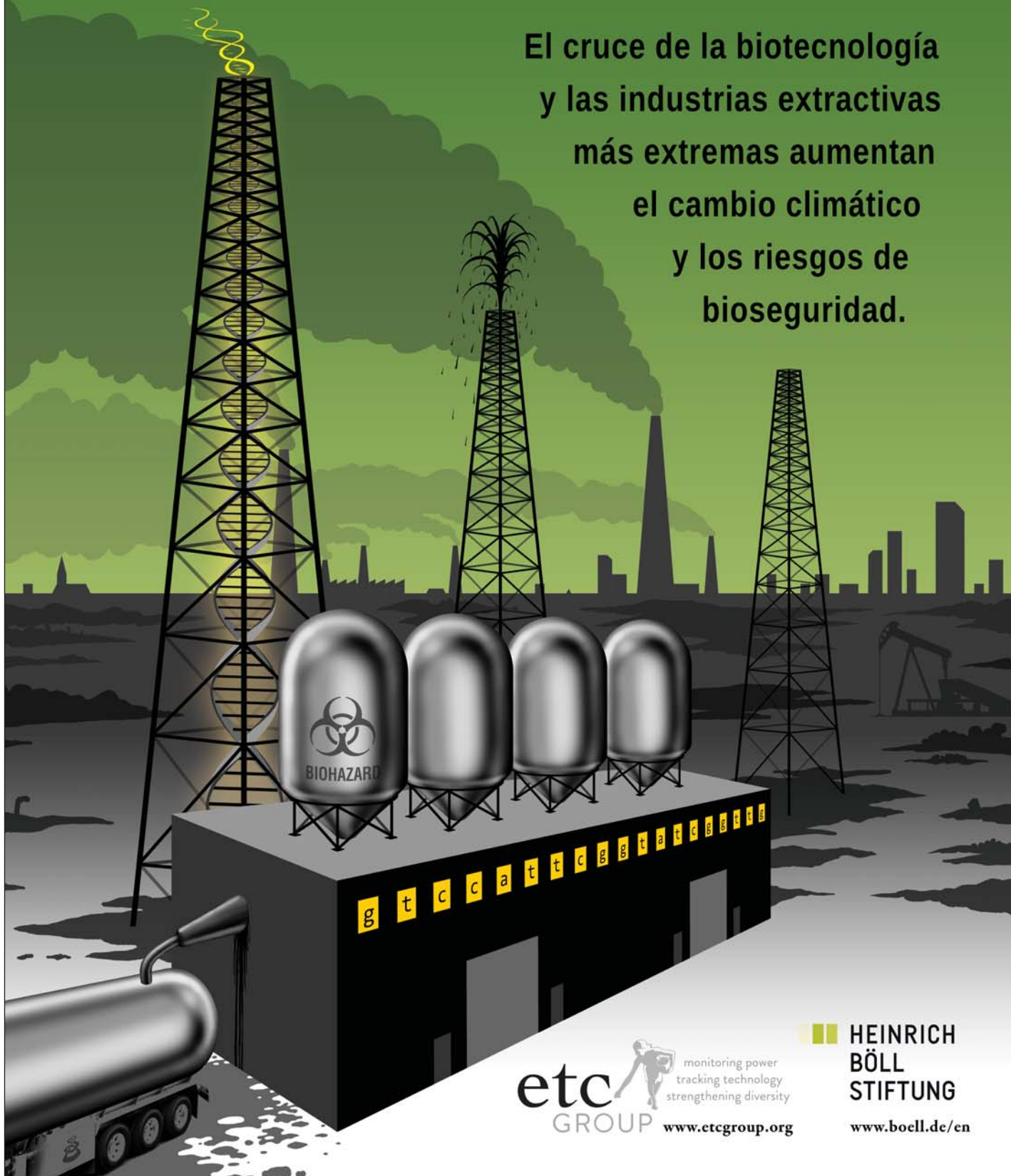


La biología sintética y las industrias extractivas

El cruce de la biotecnología y las industrias extractivas más extremas aumentan el cambio climático y los riesgos de bioseguridad.



etc 
GROUP monitoring power
tracking technology
strengthening diversity
www.etcgroup.org

 **HEINRICH
BÖLL
STIFTUNG**
www.boell.de/en

Grupo ETC

Nuestro trabajo consiste en abordar los factores socioeconómicos y ecológicos en torno a las nuevas tecnologías y sus impactos sobre los pueblos, especialmente los más pobres y vulnerables. Investigamos la erosión ambiental, de culturas y de derechos humanos; el desarrollo de nuevas tecnologías (especialmente agrícolas y otras tecnologías relacionadas con la genómica y la materia); y monitoreamos el comportamiento de los gobiernos, la concentración corporativa y la transferencia de tecnologías. Hacemos trabajo a nivel global y colaboramos con organizaciones de la sociedad civil y movimientos sociales, especialmente en África, Asia y América Latina.

www.etcgroup.org/es

La biología sintética y las industrias extractivas

Cuaderno #113 del Grupo ETC.
Con investigación del Grupo ETC
y apoyo financiero de la Fundación
Heinrich Böll.

Traducción: Octavio Rosas Landa.

Diseño y arte: Stig.

Publicado en diciembre 2015.

CC-BY-NC-ND – Attribution-
NonCommercial-NoDerivs 3.0

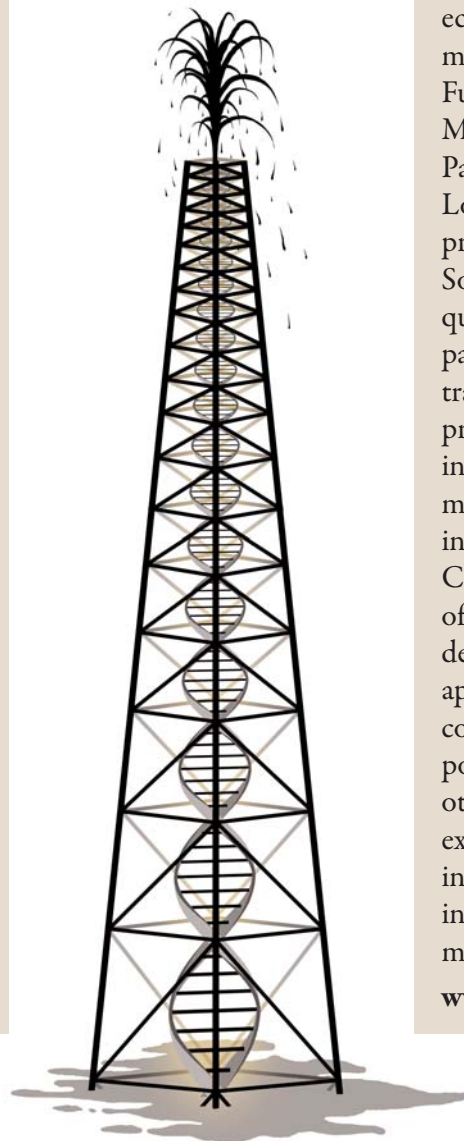
Heinrich Böll Stiftung

Promueve la democracia y defiende los derechos humanos; actúa para evitar la destrucción del ecosistema global, impulsa la igualdad entre mujeres y hombres, asegura la paz mediante la prevención de conflictos en zonas en crisis, y defiende la libertad de los individuos contra el poder excesivo de los Estados y la economía. Tales son los objetivos que mueven las ideas y acciones de la Fundación Heinrich Böll.

Mantenemos vínculos cercanos con el Partido Verde Alemán (Alianza 90 / Los Verdes) y como think tank para proyectos y visiones ecológicas. Somos parte de una red internacional que integra más de 100 aliados en 60 países. La Fundación Heinrich Böll trabaja independientemente y promueve un espíritu de apertura intelectual. Mantenemos una red mundial con 32 oficinas internacionales actualmente.

Cooperamos de cerca con las 16 oficinas de la Fundación en cada uno de los estados federales de Alemania y apoyamos estudiantes comprometidos social y políticamente, en Alemania y en otros países. Con enorme entusiasmo exhortamos a los ciudadanos a involucrarse en la política y queremos inspirar a otros aliados a hacer lo mismo.

www.boell.de/en




Resumen

El problema

La industria de la ingeniería genética extrema, la biología sintética, abandona rápidamente sus antiguas promesas de anunciar un futuro limpio, verde y post-petrolero. En su lugar, muchos ejecutivos de la industria de la biología sintética y de empresas de reciente creación tratan de crear alianzas con los intereses de las industrias energéticas vinculadas a la fractura hidráulica (fracking) de petróleo y gas de esquisto, lo cual incrementará, de hecho, la economía extractiva basada en recursos fósiles, que es la principal causa del calentamiento climático planetario y otros problemas ecológicos y sociales. Las nuevas técnicas de la biología sintética, como la llamada “fermentación gaseosa”, permiten que el gas natural sea transformado en combustibles, sustancias químicas, plásticos e incluso posiblemente proteínas, lo cual agregará aún más valor al gas procedente de los campos de petróleo y de los fracturados hidráulicamente, y volverá potencialmente rentables entre 40 y 60% de las reservas globales de gas que actualmente se hallan perdidas o “estancadas” (esto es, gas de acceso tan difícil que no es rentable recuperar). Al mismo tiempo, los productores de combustibles fósiles dirigen su interés hacia la posibilidad de utilizar microbios de diseño en los pozos de petróleo y las minas de carbón para extraer entre dos y cuatro billones de barriles de petróleo existentes en los campos, que hasta ahora habían sido considerados inaccesibles. La inyección de microbios en campos petroleros constituye una apuesta tecnológica que podría expandir las reservas globales de petróleo en 150% si demuestra su eficacia, así como también permitiría una mayor recuperación de gas de las actuales reservas de carbón.

Los actores

Un puñado de nuevas empresas de biología sintética, junto con otras compañías biotecnológicas ya establecidas, dedicadas a la producción de combustibles y sustancias químicas, están cambiando las materias primas con las que alimentan a sus bacterias de diseño genético, de biomasa a gas natural. El Departamento de Energía de Estados Unidos alienta estas acciones mediante nuevos subsidios. Entre las compañías que han dado este giro hacia el gas se encuentran Calysta, Intrexon, Coskata y Lanzatech. Una empresa líder en la producción de bioplásticos, Natureworks, también está haciendo la transición hacia el uso de gas como materia prima. Entretanto, el reciente interés de las empresas petroleras por inyectar organismos genéticamente diseñados en los sitios de extracción parece ser liderado por BP y DuPont, aunque otras empresas menores avanzan también en este campo. Entre estas últimas se encuentran Synthetic Genomics Inc., propiedad de Craig Venter y Taxon Biosciences, con sede en California. Existe menos interés en la aplicación de la biología sintética a la extracción de minerales no fósiles, aunque empresas como Universal Mining, de San Francisco, California ya están desarrollando la tecnología a un nivel pre-comercial.



Los riesgos para el clima y la biodiversidad aumentan en la medida en que la industria biotecnológica y la de combustibles fósiles profundizan sus alianzas de negocios.

Foros

A nivel de Estados, el Departamento de Energía del gobierno de Estados Unidos está convocando y financiando trabajos de investigación sobre biología sintética para beneficio de las industrias extractivas fósiles. Sin embargo, no ha tenido lugar ninguna discusión de política internacional en relación a este campo, especialmente sobre las implicaciones de este apoyo al aumento de la extracción de combustibles fósiles por parte de la industria de la biología sintética. Los riesgos sociales y ambientales derivados de este refuerzo biotecnológico a la vetusta industria petrolera no se han discutido en el contexto crucial de las negociaciones climáticas. A pesar de esto, en un proceso continuo, los 194 países que forman parte del Convenio de Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica (CDB) han tomado varias decisiones internacionales precautorias, llamando a una adecuada evaluación y regulación. El tema de la biología sintética regresará al Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (SBSTTA, por sus siglas en inglés) en abril de 2016 y reuniones posteriores.

Políticas

Es muy urgente establecer el diálogo entre los movimientos que se oponen a la extracción de combustibles fósiles y a su expansión (por ejemplo, los movimientos anti-fracking o contra la construcción de gasoductos) y aquellos que dan seguimiento crítico a los desarrollos biotecnológicos. Urge una moratoria a la liberación en campo abierto y la comercialización de las aplicaciones de la biología sintética, incluyendo las que están dirigidas al sector extractivo. En las negociaciones climáticas, la sociedad civil y los diseñadores de políticas públicas deben estar atentos a no permitir que medidas como la captura de gas “estancado” para transformación biosintética, o el uso de Recuperación Mejorada de Hidrocarburos vía Microbiana (MEHR por sus siglas en inglés, Microbian Enhanced Oil Recovery) se promuevan engañosamente como una solución a la crisis climática, y asegurarse de que los considerables riesgos climáticos y a la biodiversidad, derivados del uso de estas técnicas, queden muy claros para todos las partes.

Introducción

Climas modificados y microbios modificados: dos malas ideas que se encuentran

Hace 25 años, en su libro pionero *The End of Nature*, el ambientalista Bill McKibben afirmó que los seres humanos estaban interfiriendo con la naturaleza de dos modos fundamentales.² El primero, que la quema de combustibles fósiles estaba alterando la atmósfera terrestre y creando un estado climático no natural en todas las regiones del planeta. El segundo “final de la naturaleza” consiste en que los seres humanos están derrumbando las barreras naturales de las especies, alterando intencionalmente el código genético de los seres vivos por medio de la ingeniería genética.

A medida que la atmósfera planetaria, actualmente cargada con dióxido de carbono en más de 400 partes por millón, se calienta inexorablemente hacia un peligroso aumento de las temperaturas en dos grados centígrados o más (en promedio), un número creciente de organizaciones civiles, científicos del clima y gobiernos están llegando a la conclusión lógica de que sólo una reducción progresiva de la economía global extractiva fósil puede detener el peligroso cambio climático. Para evitar que aumente la extracción de hidrocarburos debería rechazarse cualquier política, propuesta o tecnología que potencie la explotación de combustibles fósiles, como los nuevos enfoques de “energía extrema”: el fracking, la recuperación de metano en minas de carbón, la perforación de pozos petroleros en aguas profundas, la minería de gas de esquisto o arenas bituminosas, y la Recuperación Mejorada de Petróleo. Con el estado actual del calentamiento planetario, desarrollar y desplegar estas tecnologías para aumentar intencionalmente el flujo de hidrocarburos del subsuelo, raya en la locura.

Aunque se supone que los riesgos no controlados de una mayor extracción de combustibles fósiles se están discutiendo ampliamente, la tecnología para lograr “el segundo final de la naturaleza” como lo llamó McKibben, es decir, la ingeniería genética, pasa muy desapercibida, pese a que también se está desarrollando rápidamente. Las técnicas de transgénesis que preocupaban a McKibben en 1989 ya fueron rebasadas por una plataforma técnica mucho más poderosa, la biología sintética y la ingeniería genética extrema, que permiten a los técnicos de laboratorio editar y manufacturar rápida y flexiblemente un amplio rango de genomas artificiales, mediante el uso de organismos vivos. Estas técnicas han evolucionado con tal rapidez y profundidad de intervención que hasta el momento casi no existen métodos (y ningún cuerpo regulatorio), con los cuales se puedan evaluar adecuadamente sus impactos en los genomas naturales. Las nuevas plataformas robotizadas de ingeniería genética permiten ahora a las empresas generar decenas de miles de nuevas especies de una sola vez, que liberan sin tener la menor idea de cómo afectarán la evolución de las formas de vida en la Tierra. Esto constituye una intervención en la evolución misma de las especies en una escala y velocidad que no tienen precedentes.

En estos momentos, los dos escenarios del “fin de la naturaleza” están en posibilidad de hacer sinergia el uno con el otro. Mientras que la industria de la biología sintética realiza inversiones de miles de millones de dólares en busca de productos viables, nuevos mercados y financiamientos, un pequeño grupo de empresas, e incluso algunos gobiernos, tratan de viabilizar el uso de la biología sintética para avanzar en la extracción de energías extremas, perpetuando la economía de los combustibles fósiles. Esta es una sinergia potencialmente mortal; combina los riesgos de bioseguridad de la biología sintética con los riesgos climáticos y ambientales de la extracción de combustibles fósiles.

Desafortunadamente, esta nueva alianza tiene mucho sentido —económicamente hablando— para las superpoderosas compañías de hidrocarburos³: las grandes extractoras de petróleo, gas y carbón, que son también las principales responsables del cambio climático antropogénico. Estas corporaciones transnacionales, de enorme poder y riqueza, deben mostrar a sus inversionistas su viabilidad actual mediante la superación de barreras geográficas y tecnológicas. Una característica alarmante de la presente era de la energía extrema se expresa en la mayor voluntad de las empresas de combustibles fósiles para incurrir en riesgos cada vez más grandes, incluyendo los riesgos tecnológicos, con el fin de asegurar a sus inversionistas el flujo permanente de todos esos hidrocarburos. Recurrir a la biología sintética como medio va en la línea del comportamiento crecientemente riesgoso de la industria energética.

Este informe ofrece una primera valoración de la sinergia entre las industrias extractivas y las de biología sintética. Un segundo objetivo del texto es ayudar a los tomadores de decisiones políticas, a las organizaciones de la sociedad civil y a otros actores para responder de manera precautoria a los riesgos que estas articulaciones podrían provocar.

¿Por qué la modificación genética suena tan terrible? Porque, por supuesto, representa el segundo final de la naturaleza. En buena medida por accidente ya dañamos la atmósfera a tal grado que la naturaleza como la conocemos, se acabó. Pero esta vez no será por accidente, sino a propósito.

Bill McKibben,
*The end of nature*¹

1 Bill McKibben, *The End of Nature*, Random House, 1989.

2 *Ibid*

3 Véase www.carbonmajors.org.

¿Qué es la biología sintética?

La biología sintética, también llamada “ingeniería genética con esteroides”,⁴ se refiere a la ingeniería biológica asistida por computadoras para diseñar y construir nuevas formas de vida, partes vivas, artefactos y sistemas que no existen en la naturaleza. El término también se refiere al re-diseño de organismos ya existentes mediante esas mismas técnicas. Los biólogos en este campo intentan convencernos de que es posible un enfoque predictivo de la biología, al usar “partes” que supuestamente están bien caracterizadas y que exhibirán el comportamiento predicho en el organismo de diseño. La biología sintética también opera por medio de la “edición” de los códigos genéticos, tratándolos como si fueran idénticos a los que están impresos en los manuales de instrucciones que se usan, por ejemplo, en la ingeniería mecánica. Mientras este campo intenta hacer predecible la bioingeniería, hay un trecho muy largo aún para llegar a ese ideal. De hecho, muchos genetistas y microbiólogos (e incluso algunos biólogos sintéticos, de manera privada) argumentan que eso nunca será posible.

Algunas definiciones de Biología Sintética:

“El objetivo principal de la biología sintética es someter a la biología a los principios y diseños de la ingeniería electrónica y de computadoras.”

Especialistas en biología sintética
Jay Keasling y Chris Paddon,
mayo de 2014.

“La biología sintética es un desarrollo posterior y una nueva dimensión de la biotecnología que combina ciencia, tecnología e ingeniería para facilitar y acelerar la comprensión, diseño, re-diseño, manufactura y/o modificación de materiales genéticos, organismos vivos y sistemas biológicos.”

- Definición operativa desarrollada por el Grupo Ad Hoc de Expertos Técnicos sobre Biología Sintética del Convenio sobre Diversidad Biológica de Naciones Unidas.
Montreal, septiembre de 2015.

Los organismos vivos son altamente dependientes del contexto y de las influencias ambientales para funcionar, para su salud y comportamiento; no son como máquinas, las cuales están desde su origen separadas de su entorno. Numerosos estudios han demostrado que no es posible tratar confiablemente ningún organismo vivo como si fuera una simple pieza de maquinaria.⁵

Antes, la biología sintética era más un término relacionado con un área de inversiones, que un campo científico claramente delimitado.

Sin embargo, el nombre “biología sintética” (o SynBio en inglés) se utiliza ahora para referirse a una serie de técnicas de ingeniería genética de segunda generación que están sustituyendo los métodos clásicos de la ingeniería genética (también conocida como transgénesis), que llevaron al mercado los cultivos genéticamente modificados.

⁴ www.techcentral.co.za/synthetic-biology-genetic-engineering-on-steroids/30351/

⁵ Craig Holdrege, “When engineers take hold of life”, en Context, The Nature Institute, <http://www.natureinstitute.org/pub/ic/ic32/synbio.pdf>.

⁶ Véase <http://www.etcgroup.org/tags/synbio-case-studies>.

Hasta la fecha, las aplicaciones comerciales de la nueva biología sintética se han concentrado en la fabricación de biocombustibles y sustancias químicas, así como en la ingeniería de microbios vivos, como levaduras y algas, para que éstas excreten versiones sintéticas de alimentos, sabores, ingredientes cosméticos y fragancias. De esta forma ya se producen artificialmente el sabor de la vainilla, endulzantes y aceites esenciales como el pachuli y el aceite de rosa.⁶

Las instancias reguladoras ya enfrentan dificultades para ajustarse a esta nueva serie de técnicas genéticas y para aprender cómo evaluar y controlar un número creciente de productos que emergen de esta industria.

El término “biología sintética” está actualmente en proceso de definirse formalmente en la Unión Europea y en Naciones Unidas, en el CDB.⁷ En este informe empleamos este término (o su forma abreviada SynBio) para describir las técnicas biotecnológicas actualmente aplicadas, que van mucho más allá de la ingeniería genética clásica, y lo empleamos particularmente cuando se trata de microorganismos manipulados que se gestionan en confinamiento o se liberan en el ambiente.

7 El proceso actual dentro del CDB para definir la biología sintética está archivado en: <https://bch.cbd.int/synbio>.

Dos veces retórica:

De sustituir a la industria petroquímica a servirle

Hubo un tiempo en el que los pioneros en el campo de la biología sintética se presentaban como opositores a las industrias de combustibles fósiles, afirmando que la biología sintética era parte de la solución a la crisis climática. En 2008, ante un público conformado por poderosos directores de empresas tecnológicas y políticos, el controvertido empresario de la genómica, J. Craig Venter afirmó: “Tenemos el modesto objetivo de reemplazar la totalidad de la industria petroquímica y convertirnos en una fuente principal de energía”,⁸ con lo cual quiso decir que estarían pronto produciendo combustibles biológicos a partir de azúcar, celulosa y algas transformadas mediante microbios sintéticos de diseño. Ese mismo año, Venter dijo a la BBC que “el problema más importante que enfrenta hoy la humanidad es que estamos extrayendo miles y miles de millones de galones de petróleo y miles de millones de toneladas de carbón del suelo, quemándolos y colocando todo ese carbono en la atmósfera.

8 Véase http://www.dailygalaxy.com/my_weblog/2009/04/gucci-genes--de.html.

9 Véase <http://www.icis.com/blogs/icis-chemicals-confidential/2008/01/biology-will-replace-the-petro-1/>.

Y si la población mundial no adquiere conciencia de los peligros que eso conlleva y también, si no producimos pronto algún sustituto, sufriremos consecuencias muy serias, que no serán hipotéticas como las de la ciencia ficción”.⁹

La presentación de las empresas de biología sintética como los nuevos heroicos actores verdes, dispuestos a contrarrestar los sucios monopolios de las industrias de petróleo, gas y carbón formaba parte de un esquema que otros promotores de la biología sintética se dedicaron a repetir y reforzar de manera continua entre 2007 y 2013. Alan Shaw, director ejecutivo de la compañía de biocombustibles de biología sintética Codexis, afirmaba que la tecnología de su empresa “posibilitaría la transición de una economía basada en el petróleo hacia la economía del azúcar”, y que “la biotecnología es la fuerza primordial de la transición de la dependencia del petróleo del siglo 20 a lo que será la dependencia del azúcar en los siglos 21 y 22”.¹⁰

10 Alan Shaw, Gen. Wesley Clark, Ross MacLachlan y Paul Bryan. “Roundtable: Replacing the whole barrel of oil”, *Industrial Biotechnology*, v. 7, n. 2, abril de 2011, pp. 99-110. doi:10.1089/ind.2011.7.099

Dado que en ese entonces aproximadamente dos terceras partes de las inversiones en la biología sintética se dirigían hacia el desarrollo de biocombustibles y sustancias químicas de base biológica, la biología sintética era presentada crecientemente como sinónimo de una economía verde y post-petrolera. Llamada entonces “bioeconomía”, se afirmaba que sería capaz de superar a los combustibles fósiles.¹¹ Debe advertirse que incluso desde entonces ya se identificaban numerosos problemas en el enfoque de la “bioeconomía”, aún tratándose de una perspectiva de protección climática. La extracción de biomasa requerida para la producción de biocombustibles y sustancias químicas de base biológica implica un significativo cambio en el uso de suelo, el cual, muy probablemente, liberaría grandes cantidades de dióxido de carbono a la atmósfera al depredar los ecosistemas que lo absorben naturalmente. La remoción de la biomasa del suelo requeriría también de un incremento en el uso de fertilizantes y, por supuesto, los fertilizantes sintéticos emiten cantidades significativas de gases con efecto de invernadero (GEI) tanto al ser producidos como al utilizarse.¹²

Unos cuantos años después, sin embargo, esta narrativa cambió y la retórica pública sobre la sustitución de la industria petrolera por parte de la biología sintética casi se ha evaporado.

Hoy día, los dirigentes de la industria de la biología sintética están ofreciendo sus servicios a las empresas de la energía fósil, buscando “agregar valor” a sus recursos (desde los distintos hidrocarburos hasta sus infraestructuras) en vez de impulsar una postura anti-petrolera. Shaw, quien ahora declara que estaba “equivocado” y que su visión de la “economía del azúcar” no era en realidad una idea práctica, es ahora el director ejecutivo de otra compañía de biología sintética, de nombre Calysta, que convierte el gas natural obtenido mediante fracturación hidráulica (metano) en combustibles líquidos y otros productos.¹³ Edward Dineen, ex director ejecutivo de la empresa de biocombustibles de biología sintética LS9, dirige ahora Siluria Technologies Inc. Su tecnología emplea virus sintéticos para convertir el metano en sustancias químicas como etileno. La empresa líder en la producción de etanol celulósico, Coskata, ya no utiliza ningún tipo de azúcar como materia prima, sólo gas natural. Solazyme, una empresa situada en la bahía de San Francisco, California, que recaudó miles de millones de dólares de fondos privados, militares y gubernamentales a partir de la retórica verde de crear un biocombustible a base de algas marinas, obtiene actualmente la mayor parte de sus ingresos por la venta de lubricantes para la perforación de pozos de la industria del fracking.

“La biomasa no da el ancho... los carbohidratos no sustituyen el petróleo. Estaba equivocado en eso y lo admito. La biomasa nunca reemplazará al petróleo porque económicamente no funciona. No es posible convertir carbohidratos en hidrocarburos de manera rentable”.

Alan Shaw, director ejecutivo de Calysta, antes llamada Codexis.¹⁵

11 Market Research Report. “Synthetic Biology: Emerging Global Markets”, *Bio066b*, BCC Research, Noviembre de 2011.12

12 Para una discusión de los riesgos climáticos de la extracción de la biomasa en la bioeconomía, incluyendo fuentes y referencias, véase Grupo ETC: *Los nuevos amos de la biomasa. Biología sintética y el próximo asalto a la biodiversidad*, septiembre de 2010. Disponible en: http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/biomasssters_ESP_4WEB7jun11_0.pdf.

13 Véase <http://www.bloomberg.com/news/articles/2013-04-30/biofuel-pioneer-forsakes-renewables-to-make-gas-fed-fuels>.

14 Véase <http://www.syntheticgenomics.com/130607.html>.

De hecho, mientras Craig Venter pontificaba ante la BBC en 2008 sobre los riesgos climáticos de seguir sacando petróleo y carbón del suelo, ya se había secado la tinta de un contrato que firmó con BP para utilizar los microbios producidos por su empresa para incrementar el flujo de combustibles fósiles de los pozos petroleros mediante la técnica de Recuperación Mejorada de Hidrocarburos vía Microbiana (por sus siglas en inglés, la técnica se conoce en el mundo como MEHR, Microbian Enhanced Hydrocarbon Recovery).¹⁴

Obviamente, aunque la retórica de una bioeconomía post-petrolera aún permea la industria de la biología sintética, ésta se encuentra muy lejos de reemplazar a las empresas de hidrocarburos; más bien los biólogos sintéticos albergan crecientes esperanzas de convertirse en actores claves en la economía extractiva de los combustibles fósiles.

El encanto de los fósiles

¿Qué cambió su enfoque? En esos pocos años la industria de la biología sintética tuvo que madurar y diversificarse rápidamente, buscando nuevos mercados. Al tratarse de un campo en crecimiento cuya “aplicación revolucionaria” aún no ha sido determinada, muy probablemente constituya una opción más redituable llevarse bien con las empresas más ricas del planeta que tomar partido por su derrumbe. A cambio, las empresas de combustibles fósiles están calculando los beneficios que les reportaría el desarrollo de las poderosas tecnologías de la biología sintética para aplicarlas en sus propias actividades. Esto no es algo tan nuevo como podría parecer. De hecho, la primera patente de un organismo genéticamente modificado, el famoso caso Diamond vs Chakrabarty, fue para la limpieza de derrames de petróleo.¹⁷

15 Andrew Hearndon, “Biofuel Pioneer Forsakes Renewables to Make Gas-Fed Fuels”, 30 de abril de 2013, *Bloomberg News*. Disponible en: <http://www.bloomberg.com/news/articles/2013-04-30/biofuel-pioneerforsakes-renewables-to-make-gas-fed-fuels>.

Las industrias extractivas siempre han puesto mucha atención a los desarrollos y oportunidades en la biotecnología.

Probablemente la razón principal para el cambio es que la coyuntura de la energía global se ha modificado, forzando a los ejecutivos de la industria de la biología sintética a reformular el tipo de “valor agregado” (es decir, el producto rentable), que pueden ofrecer a sus clientes e inversionistas. En 2008, los altos precios del

petróleo y las insistentes discusiones sobre el pico del petróleo significaban que frente a estos costos crecientes y durante un pequeño

lapso en el que se abría una ventana de oportunidad, los

biocombustibles podían ofrecerse

a los inversionistas como

grandes oportunidades de

negocio. Con la nueva caída de

los precios del petróleo, esa

oferta ya no convence. También

estamos presenciado el boom en

el mercado del gas natural

propiciado por las tecnologías de

fracturación hidráulica (fracking), más la

apertura de los depósitos de gas de esquisto y

de las vetas carboníferas de metano. Mientras que la caída en los precios del petróleo y el actual auge del gas

han desplazado a los biocombustibles en el mercado

energético, esos desarrollos han generado también

crecientes presiones. Los recursos fósiles no

convencionales, como el aceite extraído de las arenas

bituminosas en Canadá, son muy caros de extraer, los

impactos ambientales y la resistencia de los afectados

crece, por lo que los agentes económicos están

buscando modos de disminuir sus costos a través de

eficiencias tecnológicas creativas. Para el sector

petrolero no convencional, así como para los

productores de gas natural con abundancia de

producto en sus manos, las empresas de biología

sintética se están situando como atractivos socios,

mediante la oferta de soluciones potencialmente

innovadoras a todos sus problemas.

“El mundo parece estar encontrando más y más gas, así que me siento muy cómodo con mi abasto de materia prima”.

- Edward Dineen, director ejecutivo de Siluria y ex director de la empresa de biocombustibles

LS9.¹⁶

16 *Ibid.*

17 Decisión de la Suprema Corte de Estados Unidos, Diamond v. Chakrabarty, 447 U.S. 303 (1980).

Cómo ayuda la biología sintética a la producción de combustibles y a las industrias extractivas

La biología sintética puede usarse en la producción, uso y remediación (remoción de la contaminación) de los recursos fósiles. También puede ser útil para el beneficiado de metales. Una explicación de cómo procede la biología sintética, que puede ayudarnos a entender parcialmente la utilidad de estas tecnologías para las grandes empresas energéticas, consiste en entenderla como una plataforma biológica para la transformación de un compuesto a base de carbono en otro, empleando organismos vivos como agente transformador. En cierto modo, se trata de un equivalente biológico de lo que se ha denominado la “ruptura” del petróleo en otros compuestos útiles; es decir, un equivalente al proceso termoquímico que dio origen a la totalidad de la industria petroquímica. En la etapa inicial de la industria de la biología sintética, el material objetivo (llamado “materia prima”), necesario para alimentar a las nuevas formas de vida sintética, era el carbón encontrado en la biomasa, es decir, azúcar y celulosa. Las empresas energéticas y químicas se asociaron con las nuevas compañías de biología sintética para explorar opciones para la producción de biocombustibles líquidos y sustancias químicas de base biológica. Sin embargo, para las grandes empresas energéticas, cuyo principal negocio consiste en producir y refinar carbón abundante y relativamente barato, la transformación biológica de los hidrocarburos (petróleo, carbón y gas) en vez de los carbohidratos (de las plantas), fue siempre potencialmente más interesante.

La “ruptura” ofrecida por la biología sintética proporciona los medios para modificar la refinación de petróleo, de un proceso de transformación por medio del calor y técnicas químicas (petroquímica), a lo que podría ser denominado como la “intrusión biológica” de organismos vivos (biohacking) genéticamente modificados para que liberen los recursos químicos presentes dentro de los hidrocarburos fosilizados. La ruptura normal del petróleo exige la operación de refinerías grandes, costosas y derrochadoras de energía. La intrusión biológica es ligera, flexible y sólo requiere un recipiente para fermentar y un puñado de microbios reproducibles.

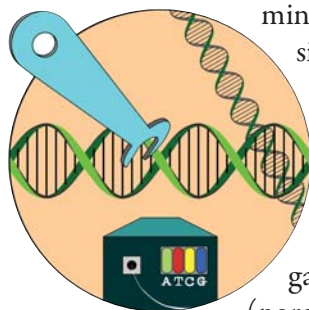
Esta es la más atractiva de las “propuestas de valor agregado” que las empresas de biología sintética están presentando a las grandes empresas energéticas: significaría que esta gigante industria puede ahora modernizar de manera muy barata el valor de los hidrocarburos que extrae, especialmente el gas natural, al transformar los productos crudos en combustibles, plásticos, cosméticos e incluso ingredientes alimentarios listos para usarse, sin los gigantescos costos sociales, de construcción y operación de las refinerías.

Al mismo tiempo, la ingeniería de formas de vida biológica diseñadas para servir los propósitos industriales es vista como una nueva compostura tecnológica con el potencial para enfrentar otros problemas e ineficiencias presentes en la extracción, procesamiento y desecho tanto de los combustibles fósiles como de los recursos minerales. Al menos en teoría, los organismos sintéticos, si se diseñan adecuadamente, podrían ayudar a incrementar el flujo de petróleo de las reservas existentes; también ayudarían a producir fluidos necesarios para la perforación de pozos; a descomponer los minerales y los metales, así como a liberar el gas natural atrapado en el subsuelo. En teoría (porque a pesar de décadas de intentarlo, no lo han logrado), los organismos biosintéticos podrían usarse también en actividades de remediación, para descomponer los contaminantes químicos persistentes o secuestrar residuos químicos y gases como el dióxido de carbono. Las empresas de biología sintética, de la mano con las industrias extractivas, están explorando todas estas posibilidades.

El resto de este informe aborda las dos áreas más significativas en las que la industria de la biología sintética impulsa la agenda de la extracción de minerales y combustibles fósiles en términos generales.

Enfoque 1) “Refinación” biológica de combustibles fósiles crudos por medio de “fermentación gaseosa” para ser utilizados como materia prima en la producción sustitutos de combustibles refinados, plásticos o alimentos (especialmente metano y gas sintético).

Enfoque 2) Minería mediante microbios. Técnicas de extracción directa.



Enfoque 1

Metanótrofos y “fermentación gaseosa”: “refinación” biológica de combustibles fósiles

Durante el último siglo, el corazón de todo el poder y el éxito de la industria más rica del mundo, —la producción de petroquímicos— ha sido la ruptura del petróleo y sus procesos asociados. Grandes instalaciones termoquímicas refinan el petróleo crudo o el gas natural en fracciones químicas diferentes, las cuales, a su vez, constituyen las piezas con las que se construyen miles de compuestos valiosos, desde plásticos hasta fertilizantes e ingredientes alimentarios, desde cosméticos hasta fibras textiles. Estas instalaciones son por supuesto las elefantiásicas refinerías, que transforman el petróleo y el gas en combustibles para el transporte y en productos de alto valor.

La investigación que estamos realizando consiste en determinar si alguna aplicación de la biología sintética u otra biotecnología industrial podrían en el futuro ofrecer una manera más barata, simple y más flexible para refinar el petróleo, el carbón y el gas, utilizando microbios en sustitución de las refinerías. Esta posibilidad está siendo explorada particularmente en el caso del gas natural, debido a que existe una clase de microbios conocidos como metanótrofos (comedores de metano), que ya son capaces de consumir metano (el componente clave del gas natural) como alimento; en su proceso digestivo el metano se convierte generalmente en metanol y después en formaldehído. Esto significa, en términos burdos, que estos microbios comen una sustancia química y producen otra como excremento, lo cual constituye un talento de interés evidente para los bioingenieros.

Al modificar la genética de los metanótrofos, los biólogos sintéticos creen que pueden redirigir el proceso de conversión química que realizan para que las bacterias metanotróficas puedan consumir el metano de los pozos de gas y petróleo y después excretar la sustancia química deseada para su uso en la manufactura de plásticos, combustibles líquidos o saborizantes alimentarios, por ejemplo. Este proceso es conocido como “fermentación gaseosa”.¹⁸

18 Véase, por ejemplo,

<http://calystaenergy.com/technology/gaseous-fermentation/>.

19 Josh Silverman, “BioGTL Platform for the Conversion of Natural Gas to Fuels and Chemicals”. Disponible en: http://calysta.com/pdfs/AICHe_final_33114.pdf.

Esencialmente se trata de un proceso de fermentación, es decir la manera en que los organismos presentes en las levaduras fermentan, por ejemplo, los azúcares en cerveza, excepto que en este caso el metano sería fermentado para producir sustancias químicas de alto valor comercial como combustible para aviones o plásticos. Otros enfoques incluyen la conversión del metano o del carbón en un gas sintético (una mezcla de monóxido de carbono, hidrógeno y dióxido de carbono) el cual sería utilizado para alimentar a microbios de diseño genético. Un tercer enfoque sería el utilizar organismos de diseño genético para producir poderosas enzimas (biocatalizadores) que reaccionarían con el metano para producir nuevos compuestos.

La conversión del metano de gas natural a ingredientes de alto valor comercial mediante organismos de diseño genético tiene una serie de ventajas de mercado e industriales:

- 1) El gas natural es actualmente una “materia prima” abundante y relativamente barata (el alimento necesario para los microbios sintéticos). Si el proceso funciona, se volvería una fuente más confiable que, por ejemplo, la biomasa de los desechos de la agricultura. También es un mercado concentrado en el que, si alguna de las pocas empresas petroleras y gaseras que controlan estas mercancías adoptan alguno de los productos resultantes de la biología sintética, tanto el dinero que arrojaría como la proliferación de los nuevos microbios serían gigantescos.
- 2) Según Calysta Energy, la transformación del metano en combustibles es más barata, requiere menos energía y es más eficiente que el proceso de producción de biocombustibles. El azúcar y la biomasa son sólo 40% carbón y, por tanto, en teoría, sólo constituyen entre 30 y 40% de la materia prima que puede ser transformada en, por ejemplo, biodiesel. Las algas tienen incluso un menor contenido de carbón. Los desarrolladores de la biología sintética afirman que dado que el metano es 75% carbón, hasta el 59% del producto base podría ser convertido en biodiesel.¹⁹ Los fundadores de Industrial Microbes señalan que el carbón obtenido del metano es cuatro veces más barato que el obtenido del azúcar.²⁰

20 Yarrow Madrona, “Scientists Seek to Engineer Microbes to Make Simple Chemicals”. *Synapse*: <http://synapse.ucsf.edu/articles/2015/01/09/scientists-seek-engineer-microbes-make-simple-chemicals>.

3) Si los biólogos sintéticos pueden desarrollar un proceso viable de refinación de gas natural y su conversión en productos de alto valor comercial como cosméticos, combustibles o ingredientes alimentarios, entonces el valor general del gas como mercancía se incrementará. Esto serviría para justificar todavía más los crecientes costos de extracción (por ejemplo para el fracking, la explotación de las vetas de carbón o las arenas bituminosas), y promovería la intensificación de las actividades de exploración y explotación de gas. Y si el carbón puede ser convertido efectivamente en un gas sintético o en metano y después transformado en productos de alto valor, también se haría más atractiva la explotación de los depósitos de carbón.

4) Lo más importante es que la transformación biológica flexible del metano potencialmente serviría para enfrentar el problema del “gas estancado” y permitiría convertirlo en un éxito industrial y de relaciones públicas. El gas estancado es aquel que no es económicamente factible de ser capturado, extraído y transportado al mercado y por tanto es generalmente desperdiciado —por ejemplo, el gas que escapa de los pozos petroleros marítimos, los campos gasíferos que están demasiado remotos, o el “gas asociado” que se considera un residuo de la producción de petróleo. La mayor parte de este gas generalmente es emitido a la atmósfera o quemado, ocasionando una enorme contaminación atmosférica. Las estimaciones de las reservas de gas remoto o estancado son enormes y oscilan entre el 40 y el 60 % de las reservas mundiales probadas de gas.²¹ Puesto que las instalaciones fermentadoras de la biología sintética pueden ser relativamente pequeñas y flexibles, incluso móviles, sería posible desplegarlas para capturar el gas estancado en su fuente y convertirlo en un producto fácil de transportar, manejar y vender, como un combustible líquido. Esta es también una posible ventaja para las operaciones de la fracturación hidráulica (fracking), que por lo general sólo extraen una cantidad limitada de gas de cada pozo y necesitan convertir el gas en algo que pueda transportarse.

21 “Stranded Gas Utilization—Methane Refineries of the Future”, *Report prospectus*, Febrero de 2002, ChemSystems, San Francisco. Véase también M.-F. Chabrelie y A. Rojey, “Prospects for Exploiting Stranded Gas Reserves”, presentado en Gastech 2000, Houston, 14–17 de noviembre.

22 David Biello, “Can Methane Leaks from Fracking Be Turned into Valuable Gasoline?”, *Scientific American*, 5 de marzo de 2014.

Por supuesto, la industria presenta como beneficio ambiental la posibilidad de usar el gas estancado, debido a que el exceso ya no escapará a la atmósfera ni necesitará ser quemado. El metano liberado a la atmósfera es, de hecho, un importante gas con efecto de invernadero, con un impacto entre 25 y 34 veces superior al del dióxido de carbono. Sin embargo, la sustitución de la quema del gas y su conversión mediante biología sintética podría tener un impacto climático todavía peor: cuando el gas estancado es “mejorado” convirtiéndolo en combustibles, su quema produciría mucho más dióxido de carbono, con mayor impacto climático del de la quema directa del metano (véase cuadro abajo). Por supuesto, la quema del metano es en sí misma un problema mayor, especialmente para aquellas comunidades que habitan cerca de los pozos o de los sitios de extracción. El secretario de Energía de Estados Unidos, Ernest Moniz ha dicho que las tecnologías de conversión de gas natural “podrían ser empleadas de manera distribuida para enfrentar la quema de gas en los pozos petroleros, lo cual sabemos, es al mismo tiempo un problema y una oportunidad”.²² Además, la conversión del gas estancado en un nuevo flujo de ingresos para las empresas petroleras probablemente les otorgaría un incentivo mayor para explorar y perforar campos petroleros y gasíferos que, de otro modo, habrían sido considerados demasiado marginales para ser explotados. Y habría motivación para elevar el consumo de combustibles fósiles en vez de desalentarlo, con sus consecuencias climáticas correspondientes.

5) Las cepas de bacterias de diseño que convierten el metano o el gas sintético en productos valiosos también podrían ser alimentadas con el metano procedente de los rellenos sanitarios o de los corrales de la ganadería intensiva. Por razones de relaciones públicas, las empresas de biología sintética que trabajan en el sector de la conversión de gas metano en sustancias químicas o en el de conversión de metano en combustibles, hablan con frecuencia sobre los prospectos de capturar y transformar el gas emitido por los rellenos sanitarios como una propuesta “verde”, aún cuando el mercado para el gas extraído mediante fracturación hidráulica o el mercado del gas estancado en los campos petroleros y carboníferos son mucho mayores.

Definiciones

Metanótrofo. Organismo que consume metano como su fuente principal de carbón y energía.

Gas sintético o gas de síntesis. Mezcla gaseosa de monóxido de carbono, hidrógeno y dióxido de carbono producido mediante el tratamiento térmico del carbón y la biomasa (a través del proceso Fischer Tropsch).

Gas estancado o varado. Gas desperdiciado y remanente de los campos petroleros y gaseros cuya captura para su venta en el mercado no es económicamente viable.

Quema y fuga de gas. Proceso de quema del exceso de gas de la extracción industrial y las operaciones de refinación (quema) o su emisión sin quemar como metano en la atmósfera (fuga).

Biomasa. Materia vegetal recolectada para un proceso de producción industrial.

Bioseguridad. Término que hace referencia a los riesgos inherentes y directos de los organismos; frecuentemente utilizado en las discusiones sobre los riesgos directos de los organismos genéticamente modificados en varios niveles de gobernanza, especialmente la Organización de Naciones Unidas.

Riesgos de bioseguridad de los metanótrofos

La ingeniería genética de cualquier organismo puede tener efectos impredecibles, con frecuencia no inmediatos, y la creciente complejidad de la biología sintética aumenta dichos riesgos. Dado que estos organismos son auto-replicantes y pueden esparcirse a través de la biosfera, su liberación al ambiente (incluso accidentalmente) incrementa notablemente los peligros para el mundo vegetal, los animales y los microbios. Esos riesgos pueden ser fatales si un metanótrofo de diseño genético que produce sustancias químicas (posibles venenos para otras formas de vida) se libera en ambientes con altas concentraciones de metano y encuentra un nicho o ventaja adaptativa. Por ejemplo, si los metanótrofos llegan a pantanos o suelos con mucho material podrido que produce metano en el suelo. Algunos animales, como el ganado, también son fuentes significativas de metano, así que si el metanótrofo encuentra un nicho en los rumiantes y se reproduce, podría, en el peor de los casos, generar una sustancia tipo combustible de auto o plástico dentro del animal, enfermándolo, alterando la producción de leche y carne y esparciendo su mal a otros organismos. Podría haber, por supuesto, muchas otras implicaciones ambientales y de salud aún desconocidas.

23 “EIA voluntary reporting of greenhouse gases program fuel carbon dioxide emission coefficients”, <http://www.eia.doe.gov/oiaf/1605/coefficients.html>.

24 Kevin Bullis, “Biofuels companies drop Biomass and turn to Natural Gas”, *Energy News*, 30 de octubre de 2012. Véase también Chad A. Haynes y Ramón González, “Rethinking Biological Activation of Methane and Conversion to Liquid Fuels”, *Nature Chemical Biology*, v. 10, mayo de 2014.

Incremento de los riesgos climáticos

En las discusiones sobre el metano como fuente de energía, éste es presentado por la industria de los combustibles fósiles como una alternativa “más limpia” y menos intensiva en carbono al petróleo y el carbón. El metano no quemado en su forma gaseosa tiene un mayor impacto climático que el dióxido de carbono, sin embargo, cuando es quemado, el metano produce menos dióxido de carbono por unidad de energía que cualquier otro tipo de combustible (incluyendo biocombustibles como el etanol).²³ Empero, la conversión del metano en combustible y otros productos de alto valor por medio de fermentación biosintética podría revertir esa ventaja.

Para empezar, el proceso de fermentación tiene sus propios costos energéticos y produce dióxido de carbono durante la fermentación y los metanótrofos son actualmente ineficientes en la transformación del metano en combustible. El producto final (por ejemplo, un combustible refinado y sustituto que podría ser usado inmediatamente en automóviles o aviones) tendrá una intensidad de carbono similar a los combustibles existentes de base petrolera y, al ser quemado, emitirá más gases con efecto de invernadero (GEI) que el metano no transformado. Según algunos análisis, la producción de un combustible a partir de gas natural utilizando metanótrofos es un proceso que en la actualidad emitirá un mayor volumen de gases que el que emitiría la producción de combustibles derivados convencionalmente del petróleo, porque los impactos relacionados con la producción deben ser incorporados en el cálculo. El proyecto REMOTE (véase abajo) está tratando de superar este problema de mayores emisiones, pero aún no lo logra.²⁴

No obstante, el problema más profundo podría radicar en la adopción de una economía basada en el metano. El metano no quemado tiene efectos climáticos extremadamente altos. La fuga accidental de metano de los pozos, de los sitios de fractura hidráulica y de las redes de distribución es ya un hecho común y sólo se incrementaría a medida que aumente el consumo del metano por parte de la industria.

Biología sintética a base de metano como “captura, uso y almacenamiento de carbono”

El prospecto de capturar el metano que hasta ahora se quema y se fuga, encaja perfectamente dentro de las estrategias de la industria de los combustibles fósiles para promover las tecnologías de captura de carbono. La industria energética insiste cada vez más en la “disociación” de la energía proveniente de combustibles fósiles y las emisiones de GEI, alegando que existen nuevas tecnologías que permiten que el mundo pueda continuar extrayendo y consumiendo combustibles con alto contenido de carbón y reducir el nivel general de emisiones. Su argumentación sirve para promover tecnologías que están apenas esbozándose y que tienen una eficacia aún no comprobada. La principal tecnología en este sentido se denomina Captura y Almacenamiento de Carbono (CCS, por sus siglas en inglés), la cual consiste en la presunta captura del dióxido de carbono residual (por ejemplo, el emitido por las generadoras de electricidad a base de carbón) y su almacenamiento en formaciones geológicas. Sin embargo, lograr una captura y almacenamiento de carbono sería enormemente costoso y hasta la fecha sólo existe una planta de CCS en operación en el mundo. Los defensores de la industria energética fósil también están promoviendo, de manera creciente, un enfoque distinto en el que en vez de incurrir en el gasto de enterrar el carbón capturado, lo utilizan como materia prima para producir combustibles, plásticos, cemento y otros materiales y, por supuesto, obteniendo ganancias de este proceso. Este enfoque es denominado “Captura, Uso y Almacenamiento de Carbono” (CCUS, por sus siglas en inglés), aunque en el caso de la conversión de los gases residuales en combustible no ocurre en realidad el almacenamiento, puesto que el combustible es quemado y, por tanto, se libera carbono a la atmósfera. La captura de metano y su transformación en combustibles por medio de la biología sintética en vez de su quema es un ejemplo perfecto de los proyectos de captura y uso de carbono. Si bien estas opciones se presentan como beneficio “verde”, en realidad constituyen una falsa solución más, que en última instancia beneficia a la industria de los hidrocarburos y podría conducir a un incremento neto de las emisiones atmosféricas en vez de disminuirlas.

Las empresas de biología sintética cargan combustible

En el momento actual parece estar ocurriendo una especie de furor por el gas dentro de la industria de la biología sintética, a medida que un número significativo de actores de la industria biotecnológica se están equipando para emplear ya sea metano o gas de síntesis como materia prima para sus organismos sintéticos:

Calysta

Con sede en Menlo Park, California, en el corazón del Silicon Valley, Calysta es la empresa que más visiblemente trabaja en la transformación de metano directamente en combustibles, alimentos u otras sustancias químicas. La empresa utiliza su plataforma de bioingeniería (transformación biológica de gas a químicos y de gas a líquidos), denominada “BioGPS”, para diseñar cepas microbianas como el *methylococcus* (un metanótrofo), que se alimenta de metano y produce una variedad de compuestos. Los microbios se colocan en recipientes reactores para realizar la “fermentación gaseosa”, es decir, el proceso digestivo descrito arriba. Calysta afirma que su plataforma de biología sintética puede producir variedades importantes de sustancias químicas industriales como alcoholes, ésteres, óxidos y olefinas, entre los cuales se incluirían combustibles líquidos.²⁵ Además de sus colaboraciones con el Departamento de Energía de Estados Unidos a través del programa REMOTE y con los laboratorios nacionales de energía de ese mismo país (véase cuadro), Calysta mantiene una sociedad con valor de 2.5 millones de dólares con la empresa líder de bioplásticos, Natureworks, para producir ácido poliláctico (PLA) a partir de metano en vez de fécula de maíz.²⁶

25 Véase <http://calystaenergy.com/materials-and-energy/materials/>. Véase también Josh Silverman, “BioGTL Platform for the Conversion of Natural Gas to Fuels and Chemicals”. Disponible en: http://calysta.com/pdfs/AIChE_final_33114.pdf.

26 Comunicado de prensa de Natureworks, “Calysta Energy and Natureworks Announce an R&D Collaboration to Transform Methane into the Lactic Acid Building Block for Bioplastics”, 18 de junio de 2013.

Esto aún se encuentra en la etapa de desarrollo y ambas empresas anunciaron, en junio de 2013, que habían desarrollado exitosamente bacterias capaces de convertir metano en ácido láctico, precursor del PLA.

Calysta posee también una rama “nutricional” con sede en Stavanger, Noruega, la cual cultiva microbios en metano como base para la producción de alimento para peces y ganado. A medida que comen el metano, los microbios aumentan de tamaño. Los microbios son entre 70 y 72% proteína medida por su peso, de manera que cuando el material es cosechado, se seca y utiliza para la alimentación animal. Calysta planea introducir su proteína FeedKind™ Aqua para la industria de la acuicultura en 2018, después de lo cual lanzará un alimento comercial para la industria ganadera en Escocia y Noruega.²⁷ La empresa afirma que los microbios que emplea para la producción de alimento animal y para la acuicultura son de “ocurrencia natural”, no diseñados genéticamente y que serán comercializados como productos “no genéticamente modificados” (no-GMO, como obliga la legislación de la Unión Europea). Actualmente Calysta pretende invertir varios millones de dólares para construir una planta de producción para su plataforma de transformación biológica de metano a químicos. La ubicación de dicha planta es todavía desconocida, pero hay rumores al respecto, como los publicados en la revista *Biofuels Digest*: “¿Dónde la construirán? Cerca de alguna fuente muy barata de metano. Piense: Brunei, los Emiratos, Qatar, Arabia Saudita, o bien en alguna veta de metano en las formaciones Bakken, Marcellus o Niobrara, en Estados Unidos o Canadá.”²⁸

27 “Calysta desarrolla metanótrofos no genéticamente modificados (éstos son bichos microscópicos para los que el metano es su fuente de alimento, así como nosotros obtenemos carbón de los alimentos que consumimos). Como nosotros, cuando consumimos energía y alimento, los metanótrofos crecen —en este caso, generando, mediante mitosis, muchos nuevos metanótrofos. Estas células son entre 70 y 72% proteína, medida por su peso. Esa proteína es cosechada, secada, pulverizada y distribuida por BioProteína como sustituto de la harina de pescado”. Véase www.biofuelsdigest.com/bdigest/2014/05/20/goodbye-fuel-from-food-hello-food-from-fuel/. Véase también www.economist.com/news/science-and-technology/21649441-feeding-farmed-salmon-protein-made-methane-gas-guzzlers.

28 Jim Lane, “Goodbye Fuel from food, hello food from Fuel”, *Biofuels Digest*, 20 de mayo de 2014. <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2014/05/20/goodbye-fuel-from-food-hello-food-from-fuel/>.

29 Comunicado de prensa de Intrexon, “Synbio company Intrexon and Dominion partner to commercialize bioconversion of natural gas to isobutanol in Marcellus and Utica Basins”, 20 de agosto de 2015. <http://www.greencarcongress.com/2015/08/20150820-intrexon.html>.

Intrexon

En los últimos años, la empresa estadounidense Intrexon, encabezada por el multimillonario de la biotecnología, Randal Kirk, ha emergido como una de las compañías de biología sintética más agresivas y de más rápido crecimiento, mediante la adquisición de una serie de empresas de reciente creación y dedicadas a la fabricación de una amplia variedad de productos, desde peces y manzanas de diseño genético hasta fármacos y biocombustibles. De modo similar a Calysta, Intrexon presume poseer una “plataforma de bioconversión del metano”. Además, utiliza técnicas de biología sintética para diseñar la genética de los metanótrofos para que éstos produzcan combustibles, sustancias químicas y otros compuestos de alto valor, entre los que eventualmente podrían incluirse sustancias farmacéuticas. La misma empresa describe sus actividades del siguiente modo: “Con nuestro sistema de circuitos genéticos, hemos dado a los metanótrofos la capacidad de transformar el carbón de su fuente alimentaria, el metano (C3) a una gama de productos finales más valiosos”.²⁹ En particular, Intrexon ha demostrado su capacidad para producir dos combustibles a partir del metano: isobutanol y farneseno. El farneseno, además de ser fuente para la producción de diesel, es un precursor químico de una amplia variedad de sustancias químicas comunes y productos naturales, incluyendo pegamentos, limpiadores, jabones, solventes, fragancias, entre muchas otras. Para la comercialización de su tecnología de conversión del metano, Intrexon formó una alianza estratégica llamada Intrexon Energy Partners (IEP) que, en marzo de 2014, recaudó 75 millones de dólares de sus socios para financiar la comercialización de su tecnología para combustibles y lubricantes.

Coskata

Durante varios años, Coskata se ubicó entre las empresas líderes en la carrera por producir biocombustibles celulósicos a partir de astillas, aserrín de madera y otras formas de biomasa, en asociación con General Motors, Total, el gobierno de Estados Unidos y otras empresas de inversión, que le aportaron muchos millones de dólares para sus actividades de investigación y desarrollo. Sin embargo, en la actualidad, Coskata se autopromueve como principalmente centrada en la transformación de gas de síntesis en etanol, por medio de microbios de diseño de su propiedad. Coskata opera en unas instalaciones semi-comerciales en el corazón de la región del gas de esquisto llamada Marcellus, en el estado de Pensilvania, Estados Unidos. Coskata ha estado convirtiendo gas natural en etanol desde 2012 y mantiene una postura muy directa respecto a las razones económicas para emplear técnicas de biología sintética para transformar el gas en combustibles.

La empresa afirma:

Con precios del gas natural de \$4 dólares por millón de BTUs (mmBtu), esperamos alcanzar costos de producción no subsidiados muy por debajo de los de otros combustibles para el transporte, como la gasolina, el diesel y el etanol de maíz. De hecho, incluso si los precios del gas natural se incrementaran cuatro veces respecto de los niveles actuales, seguiríamos siendo competitivos en relación con los actuales costos de producción del etanol de maíz. Al utilizar el gas natural como materia prima, no sólo podemos producir combustibles para la industria del transporte a un precio que crea valor para los consumidores, sino que podemos construir plantas mucho más grandes, debido a que no nos veremos limitados por la disponibilidad de biomasa dentro de un radio de acción determinado. Al producir en escala industrial, podemos tener un impacto material en la oferta de combustibles para el transporte en todo el país.³⁰

Coskata afirma que su proceso puede servir también para la producción de etileno a partir de gas natural; el etileno es un precursor de varios tipos de plásticos.

Industrial Microbes

Establecida por tres exempleados de una de las empresas líderes en el ramo de los biocombustibles biosintéticos, LS9, Industrial Microbes —ubicada en Emeryville, California, Estados Unidos— desarrolla microbios que transformarán una combinación de metano y CO₂ en ácido málico³¹ (sustancia química ampliamente utilizada para la producción de saborizantes ácidos en la industria alimentaria). De modo similar a Calysta, los fundadores de Industrial Microbes publicitan su proceso productivo como un tipo de “Captura y Uso de Carbono”, porque emplea tanto dióxido de carbono como metano. El fondo de inversión inicial para la empresa provino de una entidad llamada CCEMC (Climate Change and Emissions Management Corp.),³² una organización financiadora de capital mixto (gubernamental-privado), con sede en la provincia de Alberta, Canadá (la región en la que principalmente se extraen las altamente contaminantes arenas bituminosas). CCEMC tiene la misión de encontrar soluciones tecnológicas para la reducción de emisiones de GEI. Industrial Microbes también recibió financiamiento de la Agencia de Protección Ambiental (EPA), de Estados Unidos.

30 Jim Lane, “Coskata: Biofuels Digest’s 2014 5-Minute Guide”, *Biofuels Digest*, 25 de marzo de 2014. Disponible en: <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2014/03/25/coskata-biofuels-digests-2014-5-minute-guide/>.

31 Véase <http://www.imicrobes.com>.

Newlight

Esta empresa promueve su tecnología como un proceso de producción “negativo en carbono” (es decir, que no sólo no emite gases de efecto invernadero a la atmósfera, sino que los reduce), al convertir el metano y otros gases de efecto invernadero en plásticos para su uso en la fabricación de muebles y otras aplicaciones. A diferencia de otras empresas de biología sintética, Newlight no utiliza un proceso directo de “fermentación gaseosa” para transformar el “carbono del aire” en plásticos. Utiliza más bien un catalizador biológico de diseño genético (una enzima producida a partir de un organismo genéticamente diseñado) que reacciona con el metano y el aire para producir el plástico, supuestamente tomando átomos de carbono tanto del metano como del CO₂ contenido en el aire. Newlight ha recibido diversos premios como “negocio verde” y afirma estar “asociándose y colaborando con empresas dentro de la lista de las 500 más grandes de Fortune y otras marcas de prestigio para utilizar el carbono en el aire (AirCarbon) como materia prima para la producción y lanzamiento al mercado de productos negativos en emisiones de carbono en un rango amplio de segmentos de mercado, entre los que destacan la industria automotriz, la electrónica, la construcción y el vestido”.³³ Su plástico AirCarbon es utilizado por la empresa líder fabricante de mobiliario, KI, para la manufactura de sillas y otro tipo de mobiliario escolar, para el cuidado de la salud, oficinas y mercados corporativos.³⁴

Kiverdi

Esta empresa utiliza organismos de diseño que convierten el metano en combustibles sustitutos, aceites, sustancias químicas especializadas, biomateriales y aditivos alimentarios. Los combustibles sustitutos (Drop-in), como se ha mencionado, pueden usarse en los motores de los vehículos o en los ductos de transporte sin necesidad de ser alterados en su composición ni requerir infraestructura o equipamiento especiales. Estos combustibles pueden ser también transportados a través de la infraestructura carretera existente, a diferencia del etanol, el cual requiere de modificaciones en el vehículo que lo transporta, o del bitumen, que impone el requerimiento de infraestructura especial para su manejo y transporte.

32 Comunicado de prensa CCEMC/Industrial Microbes, “Industrial Microbes Wins \$500,000 Grant to Turn Greenhouse Gases into Valuable Materials”, mayo de 2014. <http://www.imicrobes.com/news/2014%2005%2019%20Industrial%20Microbes%20CCEMC.pdf>

33 Newlight, “Our Technology: Greenhouse Gas to Plastic”. Disponible en: <http://newlight.com/technology/>.

34 Boletín de prensa de KI: “KI to Unveil World’s First Carbon-Negative Chair Made with Revolutionary Thermoplastic AirCarbon at Greenbuild 2013”, 20 de noviembre de 2013.

La propaganda de la empresa hace énfasis en su uso del metano obtenido a partir de emisiones de carbono residuales (por ejemplo, las provenientes de rellenos sanitarios o del desperdicio agrícola), aunque también se incluye aquí el gas “estancado” o “varado”. Esta empresa se encuentra aún en fase de desarrollo y tiene financiamiento del gobierno de Estados Unidos.³⁵

Lanzatech

Esta empresa, originaria de Nueva Zelanda, aunque hoy establecida en Estados Unidos, utiliza microbios de diseño desde hace algunos años para la fermentación de “gases de carbón residuales” (gases de síntesis) provenientes de la industria siderúrgica y su transformación en combustibles y sustancias químicas sustitutas. Lanzatech explora hoy la posibilidad de aplicar sus tecnologías para la transformación del gas estancado, para la fabricación de productos de alto valor, de los sitios de extracción del gas de esquisto mediante fracturación hidráulica o de las minas de carbón. Lanzatech recibió cuatro millones de dólares del programa REMOTE del gobierno estadounidense para convertir metano (vía gases de síntesis) en combustibles y químicos (véase cuadro abajo). Lanzatech se publicita como una empresa de “captura y reutilización del carbono”.³⁶

GreenLight Biosciences

Esta empresa de biología sintética con sede en Boston, Massachusetts, Estados Unidos, recibió 4.5 millones de dólares del programa REMOTE, para su proyecto de conversión de metano en compuestos químicos. GreenLight utiliza un sistema “libre de células”, es decir, que emplea procesos genéticos sintéticos fuera de las células vivas, para crear un biorreactor que puede convertir grandes cantidades de metano en combustible en un solo paso. A pesar de que GreenLight se autodescribe como una empresa que cuestiona la extracción de combustibles fósiles, deja abierta la posibilidad de que su sistema opere en sitios de fractura hidráulica de gas de esquisto. La empresa lo explica así: “El proceso utiliza gas natural y la presión en la cabeza del pozo para generar la energía necesaria para echar a andar las instalaciones. Toda emisión de dióxido de carbono es capturada, condensada y reinyectada en el pozo para mantener la presión del sumidero y disminuir las emisiones. Esta tecnología podría dar paso a instalaciones móviles y escalables que podrían trasladarse a los pozos de extracción de gas natural a voluntad”.³⁷

35 Jim Lane, “Kiverdi: Biofuels Digest’s 2015 5-Minute Guide”, *Biofuels Digest*, 11 de mayo de 2015. Disponible en: <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2015/05/11/kiverdi-biofuels-digests-2015-5-minute-guide/>.

36 Jim Lane, “LanzaTech: Biofuels Digest’s 2015 5-Minute Guide”, *Biofuels Digest*, 13 de enero de 2015.

Siluria

Como otras compañías de biología sintética, Siluria —con sede en San Francisco, California— se promueve entre las empresas petroleras y químicas como capaz de transformar el gas natural en compuestos químicos de alto valor. En particular, Siluria ha perfeccionado un proceso para transformar el metano en etileno, probablemente la sustancia petroquímica más utilizada. Lo que la diferencia de otras empresas de biología sintética es que su tecnología eje no consiste en la fermentación gaseosa, sino que toma virus existentes y los rediseña genéticamente para formar pequeñas nanoestructuras que funcionan como eficaces catalizadores químicos. La científica detrás de esta tecnología, Angela Belcher (egresada del Instituto Tecnológico de Massachusetts), es considerada casi un icono en el campo de la nanobiotecnología por su trabajo de aprovechamiento y programación de microbios y bacterias. En este caso, los virus rediseñados se encargan de reorganizar los minerales para crear poderosos catalizadores químicos que convierten el metano en moléculas de etileno. Siluria ha recibido más de 120 millones de dólares de inversionistas entre los que se cuentan la empresa saudí Aramco y el jefe de la división de tecnología de Microsoft, Paul Allen.³⁸ En abril de 2015, Siluria abrió una planta demostrativa en Texas, co-establecida con la empresa química brasileña Braskem. Esta planta ya está en proceso de transformar lotes de metano en etileno y Siluria espera iniciar la operación de plantas de producción de escala comercial entre 2017 y 2018.³⁹

Zuvasyntha

Esta incipiente empresa británica de biología sintética diseña microbios para convertir gas de síntesis en productos de alto valor comercial. El gas de síntesis puede producirse a partir del metano, o bien, mediante la gasificación del carbón u otras fuentes. El primer proyecto de la empresa consiste en la creación de organismos que convertirán el gas de síntesis en 1,3-butadieno para la producción de hule barato y reutilizable.

37 *GreenLight Biosciences*, “Highly Productive Cell-Free Bioconversion of Methane,” Descripción en línea disponible en: <http://arpa-e.energy.gov/?q=slick-sheet-project/cell-free-bioconversion-natural-gas>.

38 *Forbes*, “Upstart Siluria Technologies Turns Shale Gas Into Plastics And Gasoline”, 14 de abril de 2014. Disponible en: http://siluria.com/Newsroom/In_the_News?Upstart_Siluria_Technologies_Turns_Shale_Gas_Into_Plastics_And_Gasoline#0.

39 Joe Fisher, “Methane-to-Ethylene Plant Comes Online in Texas”, *Natural Gas Intelligence*, 6 de abril de 2015. Disponible en: http://siluria.com/Newsroom/In_the_News?MethanetoEthylene_Plant_Comes_Online_in_Texas#2

El butadieno es un componente importante en la producción de hule, plásticos y copolímeros como el acrílico.⁴⁰

Knipbio

Esta empresa emergente, localizada en Boston, Massachusetts, diseñó bacterias metanotróficas para la producción de alimento para peces. Según la propia empresa, sus microbios son alrededor de 60% proteína y han sido genéticamente modificados para casi igualar las necesidades proteicas de los peces de cultivo. “En vez de cerveza, elaboramos proteínas”, declaró Larry Feinberg, director ejecutivo de Knipbio. El forraje para peces derivado del metano de esta compañía contiene también los pigmentos con los que comúnmente se alimenta a los salmones, aunque la empresa afirma que se pueden ajustar para alimentar distintas especies de peces en cautiverio. Esta empresa parece estar particularmente interesada en el salmón. En la actualidad, la mayoría de los salmones en cautiverio se alimentan con soya, pero Knipbio afirma que la producción de forrajes a partir de metano genera ahorros en el uso de suelo agrícola: “En una instalación que ocupa aproximadamente 40 hectáreas, podemos igualar la producción equivalente al cultivo de cuatro mil hectáreas de soya”, declaró Feinberg a la revista *National Geographic*.⁴¹ Knipbio es de las poquísimas empresas emergentes de biología sintética que ofrecen su tecnología como una “solución” a la crisis global de proteínas.

Arzeeda

Esta compañía, con sede en Seattle, Washington, Estados Unidos, emplea herramientas de biología sintética para diseñar nuevas enzimas. Con un financiamiento de un millón de dólares provenientes del programa REMOTE (véase cuadro siguiente), Arzeeda ejerce un proyecto para el desarrollo de enzimas que pueden emplearse en la transformación del metano en sustancias químicas complejas y combustibles líquidos a través de la fermentación.⁴²

MOgene Green Chemicals

Esta empresa, localizada en St. Louis, Missouri, Estados Unidos, recibió en colaboración con el Laboratorio Nacional Sandia, 2.4 millones de dólares del programa REMOTE del gobierno estadounidense para diseñar una cianobacteria (algas verdeazules) para transformar eficientemente el gas natural en butanol, utilizando energía solar.⁴³

REMOTE

Reducción de Emisiones mediante Organismos Metanotróficos para la Energía del Transporte

Un elemento común entre varias de las empresas y grupos académicos que desarrollan procesos de bioconversión del metano en combustibles y sustancias químicas es un programa de financiamiento de 35 millones de dólares creado por la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados en Energía (ARPA-E, por sus siglas en inglés) del Departamento de Energía de Estados Unidos. El objetivo de este programa (conocido como REMOTE por sus siglas en inglés: Reducing Emissions using Methanotrophic Organisms for Transportation Energy) es el desarrollo de medios para la captura del gas “estancado” o “varado” de los procesos de extracción vía fracking y otros métodos de extracción de petróleo y gas.⁴⁴ Este gas, específicamente el metano, sería después empleado como materia prima, por medio del uso de técnicas de biología sintética y otros métodos biotecnológicos, para convertirlo en combustibles y sustancias químicas útiles.

La parte correspondiente a la “reducción de emisiones” a que hace referencia el nombre del programa se refiere a que al capturar y emplear los gases “estancados” para usarlos en fermentación gaseosa, supuestamente se eliminarían las emisiones por la inevitable liberación o fuga de gases durante los procesos de extracción o quema de los gases residuales de la industria petrolera y petroquímica. Adicionalmente, el programa REMOTE espera que los medios ofrecidos por esta nueva base tecnológica (la biología sintética) para convertir el gas en combustibles líquidos, puedan desarrollarse sin ocasionar los mismos efectos —en términos de la emisión de carbono atmosférico— que tienen los métodos de conversión actualmente existentes. Este programa lo administra Ramón González, biólogo de la Universidad de Rice, en Texas. En entrevista, González explicó que las tecnologías que pretenden producir son particularmente aplicables al creciente mercado del gas de esquisto y su extracción por medio de fracturación hidráulica, puesto que “servirán para la construcción de instalaciones de bioconversión natural de gas, con un bajo costo de capital y en pequeña escala, lo cual, a su vez, posibilitaría el uso de cualquier fuente de gas natural, incluyendo el gas que frecuentemente se quema, se fuga o se emite a la atmósfera”.⁴⁵

40 “ZuvaSyntha: Recycling Cheap Carbon And Waste Into Commodity Chemicals”, *Synbiobeta* 6 de febrero de 2015.

<http://synbiobeta.com/zuvasyntha-carbon-chemicals/>.

41 Tamar Haspel, “Finding ways to feed the fish that feed us”, *National Geographic*, 13 de mayo de 2015. Disponible en: <http://theplate.nationalgeographic.com/2015/05/13/finding-ways-to-feed-the-fish-that-feed-us/>.

42 <http://arzedacom.com>.

43 <http://mogene.com>

44 <http://arpa-e.energy.gov/?q=arpa-e-programs/remote>.

Enfoque 2

Minería con microbios: Técnicas de extracción directa

En este tiempo de cambios significativos en las industrias extractivas, existe un interés por parte de las empresas petroleras, gaseras y mineras por explorar la biología sintética y las áreas relacionadas con la ingeniería biológica para su utilización en las actividades directamente extractivas. Esto no es nuevo. Un informe del gobierno de Estados Unidos sobre las perspectivas de la ingeniería genética, publicado en 1981, identificó aplicaciones posibles del ADN recombinante en la extracción de petróleo y en la minería, enfoques ambos que todavía hoy son considerados.⁴⁶ Aunque no hemos identificado usos comerciales actuales de microbios diseñados con biología sintética que permitan el acceso directo a fuentes de petróleo, gas o minerales, sí existe trabajo de investigación en curso (incluyendo pruebas en campo) para la aplicación de nuevas biotecnologías para la extracción, particularmente del gas de esquisto y el gas natural. A continuación se muestran algunas de las áreas clave.

Recuperación Mejorada de Hidrocarburos vía Microbiana (MEHR)

Incluye la Recuperación Mejorada de Petróleo vía Microbiana (MEOR)

A medida que baja la producción mundial de petróleo, las empresas tienen más interés en aumentar la extracción de los pozos existentes. La mayor parte del petróleo en el subsuelo es, de hecho, petróleo “residual” que es prácticamente inaccesible porque está atrapado entre formaciones rocosas o minerales que componen el campo petrolero. Por lo general, la extracción de petróleo en un campo cualquiera atraviesa dos o tres fases distintas: la primera, es una fase de recuperación del petróleo fácilmente accesible, el cual brota a la superficie debido a la presión natural del yacimiento; una segunda fase es aquella en la que puede inyectarse agua al interior de formaciones geológicas para extraer reservas adicionales. Existen después una serie de técnicas de recuperación terciaria, como la inyección de sustancias químicas, CO₂ o calor, lo que es comúnmente denominado Recuperación Mejorada de Petróleo (EOR por sus siglas en inglés: Enhanced Oil Recovery).

A medida que el petróleo de reciente descubrimiento es cada vez más difícil de alcanzar y extraer, los recursos petroleros secundarios y terciarios adquieren también mayor importancia. El Departamento de Energía del gobierno estadounidense estima que sólo 10% del petróleo es recuperado en la fase primaria; entre 10 y 20% adicional se obtiene mediante las técnicas de recuperación secundaria mientras que la recuperación terciaria podría aportar entre 40 y 60% del petróleo adicional de los yacimientos existentes.⁴⁷ Según algunas estimaciones, este “petróleo residual” asciende a un volumen de entre dos y cuatro billones de barriles de petróleo, esto es, alrededor del 67% de los recursos petroleros totales.⁴⁸ Parte de este monto puede ya estar contabilizado dentro de las estimaciones oficiales de las reservas existentes de petróleo, dependiendo de las condiciones del mercado y las tecnologías disponibles para su extracción. Sin embargo, es probable que la mayor parte de ese inmenso volumen de petróleo no esté contabilizado, por lo que constituiría un enorme recurso petrolero adicional, esperando a ser entubado. Ese petróleo residual es, por tanto, el centro de intensos esfuerzos tecnológicos de la industria petrolera para extraerlo, por medio de técnicas agrupadas bajo el nombre de Recuperación Mejorada de Petróleo. Por ejemplo, BP especula actualmente que si pueden incrementar la recuperación de petróleo en sus reservas existentes en sólo 1%, ello significa nada más y nada menos que 2 mil millones de barriles adicionales de petróleo que vender. Además, BP estima que un aumento de 5% en la recuperación terciaria es alcanzable.⁴⁹

45 Mike Williams, “The clean, green gas of home”, Rice News, 6 de febrero de 2014. Disponible en: <http://news.rice.edu/2014/02/06/the-clean-green-gas-of-home-2/#sthash.HuRIJMM4.dpuf>.

46 “Impact of Applied Genetics - Micro-Organisms, Plants and Animals”, US Government Office of Technology Assessment, abril de 1981.

47 Véase <http://energy.gov/fe/science-innovation/oil-gas-research/enhanced-oil-recovery>.

48 Presentación de I.A. Jimoh, S.N. Rudyk y E.G. Sogaard, “Microbial Enhanced Oil Recovery: A Technology Tool for Sustainable Development of Residual Oil”, Aalborg University.

49 “Energy Biosciences Institute Adds Microbially Enhanced Hydrocarbon Recovery Project”, Green Car Congress 1 de abril de 2009. Disponible en: <http://www.greencarcongress.com/2009/04/energy-biosciences-institute-adds-microbially-enhanced-hydrocarbon-recovery-project.html>.

Las áreas de interés principales para la Recuperación Mejorada de Petróleo incluyen el bombeo de gases y sustancias químicas en los yacimientos. Sin embargo, también reciben creciente atención técnicas que recurren al empleo de microbios que “forzan” a los hidrocarburos a emerger del subsuelo. Esta área de desarrollo tecnológico es conocida como Recuperación Mejorada de Hidrocarburos vía Microbiana (MEHR). Están también en proceso de investigación enfoques similares para incrementar la extracción de gas natural (Recuperación Mejorada de Gas vía Microbiana), que además incluyen la llamada Recuperación Optimizada de Metano de Yacimientos de Carbón. Se estima que hasta 50% del petróleo residual podría estar —en teoría— en condiciones de ser recuperado, mediante las técnicas agrupadas bajo el nombre de MEOR.⁵⁰ Si eso fuese comprobadamente cierto, las reservas globales de petróleo aumentarían en 150 por ciento.

Las técnicas de recuperación mejorada con microbios para petróleo y otros hidrocarburos, MEOR/MEHR, datan de 1926, cuando el geólogo estadounidense C.E. Zobell comenzó a investigar el papel que desempeñan los microorganismos debajo de la superficie terrestre en la liberación de los hidrocarburos (petróleo y gas) de las rocas. Zobell comenzó por identificar los microbios de presencia natural que degradaban el petróleo y lo hacían fluir más fácilmente. Desde entonces, más de 400 patentes de técnicas MEHR/MEOR han sido concedidas, aunque muy pocas de ellas han rebasado la fase exploratoria. Un ejemplo consiste en la utilización de cepas de bacterias y su inyección en los pozos petroleros, junto con melazas y otros nutrientes. Los microbios, alimentados con esas materias primas, excretan las sustancias químicas que reaccionarán con el petróleo convirtiendo los aceites pesados en petróleo ligero, o simplemente excretando surfactantes (detergentes) para ayudar a lavar y desprender el petróleo de las paredes rocosas. Hasta la fecha, más de 322 pruebas de técnicas MEHR han sido reportadas y empresas petroleras como BP, Shell y Statoil invierten cantidades crecientes de dinero en el desarrollo del enfoque de la recuperación terciaria por vía microbiana, el cual, si demuestra su factibilidad podría operar, potencialmente, a un costo inferior que otras técnicas de recuperación optimizada. Al menos una de estas compañías, Statoil, ya emplea técnicas MEHR en sus campos en el mar de Noruega, aunque no utiliza todavía microbios de diseño genético.⁵¹

Mientras que las técnicas MEHR/MEOR se concentran principalmente en aislar, cultivar y reinyectar cepas existentes de microbios de presencia natural, los investigadores en el área del petróleo y el gas se muestran cada vez más interesados en incorporar la manipulación genética en sus técnicas de recuperación terciaria. En octubre de 2007, un seminario realizado en el Instituto de Biociencias para la Energía de Berkeley (EBI) reunió a 18 científicos e ingenieros de empresas privadas y la academia, así como a una agencia financiadora provincial canadiense, Genome Alberta. Se reunieron para redactar un libro blanco en el que establecían las prioridades de investigación para las técnicas MEHR.⁵² En este grupo participaron cuatro científicos de la gigante petrolera BP, así como representantes de la empresa de biología sintética Synthetic Genomics Inc. Entre las prioridades principales se estableció la necesidad de una mejor caracterización de los microorganismos encontrados en los campos de petróleo y gas, aunque el grupo también discutió la investigación en biología sintética como un campo singularmente promisorio. Los integrantes del grupo escribieron: “A medida que progresa la ciencia podría hacerse factible el uso de herramientas de la biología sintética para mejorar la eficiencia de las técnicas de MEHR”. Ofrecieron ejemplos específicos, incluyendo el diseño de una cepa singular de microorganismos capaz de realizar múltiples procesos metabólicos enlazados que, en la naturaleza, requieren de la intervención de varias especies trabajando coordinadamente. También sugirieron que la biología sintética podría “mejorar” las enzimas y producir microbios mejor adaptados para soportar el estrés del entorno sub-superficial, como para sobrevivir con menos aporte de nutrientes.⁵³

50 Biji Shibulal et al., “Microbial Enhanced Heavy Oil recovery by The Aid of Inhabitant Spore forming Bacteria: An Insight review”, *The Scientific World Journal*, v. 2014; article id 309159.

51 Página electrónica de Statoil, “Microbial enhanced oil recovery (MEOR)”. [http://www.statoil.com/en/TechnologyInnovation/OptimizingReservoirRecovery/RecoveryMethods/WaterAssistedMethodsImprovedOilRecoveryIOR/Pages/MicrobialEnhancedOilRecovery\(MEOR\).aspx](http://www.statoil.com/en/TechnologyInnovation/OptimizingReservoirRecovery/RecoveryMethods/WaterAssistedMethodsImprovedOilRecoveryIOR/Pages/MicrobialEnhancedOilRecovery(MEOR).aspx).

52 “Research priorities in Microbially Enhanced Hydrocarbon Recovery (MEHR)”, Informe del Taller EBI MEHR, 24 de octubre de 2007, Energy Bioscience Institute de la Universidad de California en Berkeley.

53 Informe del proyecto: “Bio-engineering High performance Microbial Strains for MEOR by Directed Protein-Evolution Technology”, National Energy Technology Laboratory/US Department of Energy, diciembre de 2008.

Este último punto debería ser asunto de preocupación particular para los ambientalistas, si estos desarrollos otorgan una capacidad adaptativa a los microbios de diseño genético, que les permita sobrevivir y reproducirse en el ambiente.

Así como pretenden emplearse microbios como *mineros* para extraer el petróleo de las piedras en el subsuelo, los investigadores están también interesados en utilizar microbios como refinadores para procesar y “endulzar” el petróleo, ya sea *in situ*, esto es, bajo la tierra, o después de haber salido del pozo. La idea aquí es convertir los aceites más pesados, como el “crudo pesado” o las arenas bituminosas en aceites más ligeros que son más fáciles y baratos de transportar. La Agencia Internacional de Energía informa que alrededor del 66% del petróleo crudo remanente como reservas está clasificado como “pesado”.⁵⁴

Uso de microbios para estimular el metano en los yacimientos carboníferos

Un enfoque similar al de la Recuperación Mejorada de Petróleo vía Microbiana consiste en un campo de actividad relacionado con la Generación Optimizada de Metano en Yacimientos Carboníferos (MECoM por sus siglas en inglés: Microbially Enhanced Coalbed Methane Generation), por medio de la cual, los investigadores buscan identificar más microbios metanógenos que podrían servirles para convertir el carbón en gas. Estos investigadores pretenden después introducir dichos microbios en las vetas de carbón o añadir nutrientes para estimular a aquellos que ya se encuentran en las vetas. El descubrimiento del hecho de que alrededor del 20% del gas natural es originado por microbios ha derivado en un interés acrecentado por el desarrollo de técnicas de recuperación como MECoM, de parte de un puñado de empresas comerciales que están comenzando a realizar pruebas de campo de distintas técnicas de MECoM, desde el año 2000.⁵⁵ Hasta ahora, Las pruebas de campo parecen haber utilizado sólo microbios existentes en la naturaleza, pero al menos una de las empresas, Synthetic Genomics Inc., tiene la intención (y una patente registrada) para avanzar hacia el uso de microbios de diseño genético (véase cuadro siguiente).

54 Véase <http://www.taxon.com/applications.php>.

55 Daniel Ritter, “Enhanced Microbial Coalbed Methane Generation: A Review of Research, Commercial Activity, and Remaining Challenges”, *International Journal of Coal Geology*, mayo de 2015.

Investigación comercial en biología sintética para las técnicas MEHR

Aunque no hemos tenido posibilidad de identificar ningún uso comercial actual, probado o inminente, de la biología sintética para las técnicas MEHR/MEOR o MECoM, podemos mencionar como relevantes las siguientes iniciativas de investigación, actualmente en curso:

Proyecto conjunto entre Synthetic Genomics y BP

Synthetic Genomics Inc. (SGI) es la empresa privada de biología sintética establecida por el controvertido empresario de la genómica, J. Craig Venter. SGI existe para comercializar las aplicaciones de la investigación biosintética emanada de una institución ostensiblemente sin fines de lucro, el Instituto J. Craig Venter, con el que comparte instalaciones. En junio de 2007, la gigante petrolera BP adquirió una participación accionaria no revelada de SGI, acompañada de algo que fue descrito como “un significativo acuerdo de largo plazo para investigación y desarrollo” entre BP y SGI para explorar las posibilidades de la Recuperación Mejorada de Hidrocarburos vía Microbiana (MEHR).⁵⁶ Aunque los detalles públicos de la colaboración entre BP y SGI son escasos, sabemos que el acuerdo habría de realizarse en dos fases, comenzando con la generación del perfil genómico de los microbios encontrados en los campos petroleros y gasíferos, así como en el metano de yacimientos carboníferos.⁵⁷ El proceso de obtención de los perfiles genéticos sería seguido por estudios piloto en campo de los enfoques de bioconversión más prometedores y, posiblemente, su consecuente comercialización conjunta. Al momento del anuncio, el presidente de SGI, Ari Patrinos declaró a la revista *Technology Review* que SGI y BP estaban particularmente interesadas en encontrar microbios que pudieran refinar aceites pesados (como el de las arenas bituminosas), para hacerlos más ligeros y menos densos para su transporte, pero también que tenían el interés compartido en el emplazamiento de microorganismos que puedan transformar las vetas de carbón en metano.

56 Comunicado de prensa de Synthetic Genomics Inc.: “Synthetic Genomics Inc. and BP to Explore Bioconversion of Hydrocarbons into Cleaner Fuels”, 13 de junio de 2007.

57 Emily Singer, “Building a Bug to Harvest Oil”, *Technology Review*, 27 de junio de 2007.

El proyecto SGI-BP estaba centrado inicialmente en la caracterización de los microbios presentes de manera natural en los campos petroleros y gaseros. Sin embargo, una patente solicitada por SGI para técnicas de MECoM en 2011 claramente afirma la propiedad de un microbio para producir metano a partir del carbón: “donde dicho microorganismo que expresa dicha enzima es un microorganismo sintético”. El ámbito que cubre la patente incluye el uso de estos microorganismos en una variedad de reservas de hidrocarburos, incluyendo las de “carbón, turba, lignita, esquistos bituminosos, formaciones de petróleo, petróleo negro tradicional, aceite viscoso, arenas petrolíferas y arenas bituminosas”.⁵⁸

Proyecto EBI MEHR (financiado por BP)

En abril de 2009, el Instituto de Biosciencias para la Energía (EBI, por sus siglas en inglés) de la Universidad de Berkeley, financiado por BP, estableció un nuevo programa para desarrollar tecnología de Recuperación Mejorada de Hidrocarburos Microbianamente en colaboración con científicos empleados por BP e investigadores del Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley, del Departamento de Energía y de la Universidad de Illinois en Urbana-Champagne.⁵⁹ El EBI es parte de uno de los principales núcleos de investigación en biología sintética del mundo. Además de vigilar y analizar las poblaciones microbianas existentes, se informó que su proyecto desarrollaría un “modelo base que los futuros investigadores del EBI podrán utilizar para la ingeniería microbiana dirigida a las tecnologías MEHR [y] la manipulación biológica en campo”. El programa también estableció “laboratorios naturales sub-superficiales” para funcionar como sitios de prueba, incluyendo un pozo recientemente perforado en terrenos propiedad de Archer Daniels Midland (ADM), en Decatur, Illinois.

58 Synthetic Genomics Inc., Patente n. US8448702 B2 (EUA), “Methods of enhancing biogenic production of methane from hydrocarbon-bearing formations” [Métodos para ampliar la producción biogénica de metano a partir de formaciones con contenido de hidrocarburos].

Taxon Biosciences-DuPont

En abril de 2015, la gigante de la química y la biotecnología, DuPont, adquirió Taxon Biosciences de California (una empresa biotecnológica en la manipulación de microbiomas, es decir, comunidades de microbios). Taxon presume poseer varias cepas de microbios de desarrollo y aplicación en el campo de la explotación petrolera y gasera, incluyendo en tecnologías MEHR. Su tecnología núcleo consiste en la creación de los así llamados “consorcios sintéticos” de microbios. Éstos se combinan entre sí artificialmente en grupos de microbios con funciones específicas, con el fin de hacerlos cooperar en el procesamiento biológico de petróleo, carbón y otros hidrocarburos. Taxon tiene trabajo en proceso de creación de estos “consorcios sintéticos” para inyectarlos en vetas de carbón y transformar el carbón en metano, así como para convertir aceites pesados en ligeros, o bien, para degradar aceites bajo la superficie con el fin de facilitar su extracción. Aunque Taxon no es una empresa de biología sintética como tal, puesto que combina comunidades microbianas ya existentes en modos novedosos, en vez de diseñarlos genéticamente, la compañía posee un extenso acervo de secuencias genéticas que parecen ser relevantes para las tecnologías MEHR. La empresa alardea que “están en proceso de desarrollo nuevos microbios con propiedades ampliadas para recuperar el petróleo residual. Estos descubrimientos ofrecen la promesa de convertir campos petroleros no económicamente viables en recursos económicos rentables y extender la vida de los campos de petróleo maduros”.⁶⁰

SGI y BP estaban particularmente interesados en encontrar microbios que pudieran mejorar los aceites pesados (de las arenas bituminosas), haciéndolos más ligeros y menos densos para el transporte, así como en lograr microorganismos que pudieran convertir el carbón en metano.

“Se están desarrollando nuevos microbios con propiedades mejoradas para recuperar el petróleo residual. La promesa que ofrece tal investigación es convertir campos petroleros no rentables en recursos económicos viables y extender la vida de los campos boyantes.”

- Taxon Biosciences.

59 “Energy Biosciences Institute Adds Microbially Enhanced Hydrocarbon Recovery Project”, Green Car Congress 1 de abril de 2009. Disponible en: <http://www.greencarcongress.com/2009/04/energy-biosciences-institute-adds-microbially-enhanced-hydrocarbon-recovery-project.htm>.

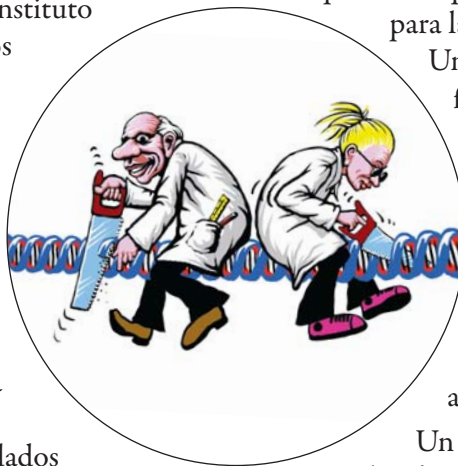
60 Véase <http://www.taxon.com/applications.php>.

Investigación no comercial en microbios de diseño para tecnologías MEHR/MEOR

Al parecer, existe investigación no comercial en proceso, de carácter académico o puramente científico, en la bioingeniería de microbios para las tecnologías MEHR y dentro de estas investigaciones se incluyen esfuerzos dentro del campo de la biología sintética:

Ramrólpidos

Entre 2004 y 2007, investigadores del Instituto Tecnológico de California—financiados por el Departamento de Energía de Estados Unidos—, diseñaron exitosamente nuevas cepas de *E. coli* y *Pseudomonas aeruginosa* para producir un tipo de surfactante llamado ramrólpidos. El equipo de investigación demostró que inyectando estos organismos de diseño genético en los pozos de petróleo podía incrementarse el volumen de petróleo recuperado cuando los pozos son inundados (un método común de recuperación de petróleo). Los investigadores afirman que podían así recuperar hasta 42% del petróleo remanente en un pozo, después de la inyección de agua. En su informe al gobierno estadounidense, el equipo del Tecnológico concluyó que “la implantación de la capacidad de producir agentes surfactantes en microbios adaptados a subsistir en un ambiente con petróleo, vuelve factible un proceso MEOR in situ que requiere poco mantenimiento de los operadores”.



El informe describe específicamente el diseño de ingeniería que tuvo lugar en tanto que “biología sintética”. Este es un claro ejemplo de un organismo modificado genéticamente que se ha reportado como liberado en campo abierto con fines de recuperación terciaria de petróleo.⁶¹

Un estudio posterior realizado por investigadores chinos, publicado en 2014, también reportó la bioingeniería de microbios comunes de ambientes petroleros para hacerlos producir ramrólpidos para la recuperación mejorada de petróleo.

Una parte de la investigación fue financiada por la Daqing Oilfield Company, de la provincia de Heliongjiang. Los investigadores concluyeron que el organismo diseñado había “demostrado la factibilidad potencial de la cepa Rhl para ampliar la recuperación de petróleo, por medio de la producción anaeróbica de ramrólpidos”.⁶²

Un estudio publicado en 2011, también realizado por investigadores chinos, informó sobre la reingeniería de una bacteria *Enterobacter* y una cepa de *Geobacillus* para inyectarlos en pozos de petróleo y producir un polímero llamado exopolisacárido. Los investigadores concluyeron que “este enfoque tiene aplicaciones prometedoras en la Recuperación Mejorada de Petróleo vía Microbiana”.⁶³

61 Informe del proyecto: “Bio-engineering High performance Microbial Strains for MEOR by Directed Protein-Evolution Technology”, Laboratorio Nacional de Tecnología Energética- Departamento de Energía de Estados Unidos, diciembre de 2008.

62 F. Zhao et al., “Heterologous production of *Pseudomonas aeruginosa* rhamnolipid under anaerobic conditions for microbial enhanced oil recovery”, *Journal of Applied Microbiology*, v. 118, n. 2, febrero de 2015, pp. 379–389. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jam.2015.118.issue-2/issuetoc>.

63 S. Sun, “Exopolysaccharide production by a genetically engineered *Enterobacter cloacae* strain for microbial enhanced oil recovery”, *Bioresource Technology Journal - Elsevier*, v. 102, n. 10, mayo de 2011, pp. 6153-6158.

Iniciativa para el Liderazgo en Arenas Petrolíferas (OSLI por sus siglas en inglés: Oil Sands Leadership Initiative)

Biología sintética para las arenas bituminosas

La llamada Iniciativa para el Liderazgo en Arenas Petrolíferas (OSLI) es una red colaborativa entre las empresas petroleras activas en la región de extracción de las arenas bituminosas en Canadá, que cooperan para mejorar la imagen pública de las empresas en la región y apoyar las actividades de la industria. Esta red tiene como integrantes, entre otras, a empresas como ConocoPhillips Canada, Nexen, Shell, Statoil, Suncor Energy y Total E&P. Desde 2010, OSLI patrocina investigación en biología sintética que “enfrente los retos de las arenas petrolíferas” y ofrece también apoyo económico a equipos de estudiantes que deseen competir en el Certamen Internacional de Maquinaria Diseñada Genéticamente (IGEM, International Genetically Engineered Machine Competition), una especie de olimpiada anual para biólogos sintéticos jóvenes. Surgida de su programa de apoyo para la participación en el IGEM, la red OSLI auspició en 2012 un taller sobre las aplicaciones potenciales de la biología sintética en el área de las arenas petrolíferas, el cual se realizó en las oficinas de ConocoPhillips Canada, en Calgary.

“Para hacer las arenas petrolíferas verdaderamente sustentables, la industria necesita una extracción más eficiente en términos energéticos, así como económicamente más rentable, en cuanto al procesamiento y la refinación, para que éstos procesos tengan un impacto ambiental mínimo. Esto requiere inversiones en una nueva tecnología, como la biología sintética, la cual puede transformar la industria de las arenas bituminosas y reducir significativamente su huella ecológica” OSLI⁶⁵

Los participantes informaron que el objetivo del taller era reunir a representantes de la industria e investigadores para discutir el estado del arte de la investigación, tanto en la microbiología petrolera como en la biología sintética, y para identificar áreas de interés común para la colaboración.

En lo particular, el objetivo era “determinar qué barreras o umbrales debe superar la biología sintética para que la industria de las arenas petrolíferas la considere viable en sus operaciones”. El consenso en la reunión fue que “las más importantes plataformas tecnológicas a ser exploradas y que podrían ofrecer beneficios tempranos a la industria petrolera son los sistemas de degradación/conversión microbiana [es decir, MEHR/MEOR] y los sistemas biosensores”.⁶⁴

El auspicio financiero de OSLI al programa de apoyo para la participación en concurso IGEM refleja estas prioridades y se centra en el uso de microbios de diseño para transformar el pesado bitumen en un crudo más ligero, pero también otorga importancia al uso de microbios que sirvan como sensores de las condiciones de las reservas de petróleo y como auxiliares para la limpieza ambiental de los suelos.

64 Calgary IGEM, “The Oil sands Leadership Initiative”. Disponible en: <http://2012.igem.org/Team:Calgary/Project/HumanPractices/Collaborations>.

65 OSLI, “Biological Solutions For the oil Sands”. Disponible en: http://2010.igem.org/User:Meagan/Oil_Sands.

Biominería sintética y biolixiviación

Además de las grandes empresas petroleras, otras industrias y empresas extractivas vigilan de cerca el desarrollo de la biología sintética, particularmente en el área de la extracción de metales. La biominería (o biolixiviación) describe la aplicación de microbios a los minerales metálicos extraídos, con el fin de incrementar la recuperación de los metales deseados. Una solución ácida que contiene microorganismos que se alimentan de rocas se añade a una pila de material mineral bruto. Los microbios se abren paso dentro de la pila de material, filtrando los metales para su más fácil recuperación.

El uso de microbios naturales para este propósito es una técnica bien establecida y la biolixiviación es responsable de aproximadamente el 20% del cobre extraído en el mundo, puesto que es empleada en cerca de 20 minas a nivel global. Una técnica de biominería parecida, la biooxidación, se usa también en la recuperación de cerca del 5% del oro del mundo. Las empresas presentan el enfoque de la biominería como más sustentable ambientalmente que las usuales técnicas de aplicación de calor y presión para el procesamiento de los minerales, debido a sus menores requerimientos energéticos.

Estos métodos también se ven como medio para la construcción de minas de menor escala, más viables económicamente y más fáciles de arrancar en sus operaciones, pero también para extender la vida útil de las minas ya existentes. Los minerales de menor ley, que en las condiciones de explotación previas podrían descartarse o ignorarse pueden recuperarse con estas técnicas. Esto significa que áreas previamente libres de minería podrían volverse atractivas para esta industria que tanto daño ambiental genera. Equipos de biólogos sintéticos están explorando opciones para mejorar la eficacia de las técnicas de biominería, utilizando organismos de diseño genético.⁶⁶ La biolixiviación con microbios diseñados genéticamente podría significar riesgos ecológicos enormes, debido a que presupone la liberación de dichos microorganismos en el ambiente.

Universal BioMining (UBM)

UBM es una empresa de reciente creación con sede en San Francisco, California, que se autodescribe como “enfocada en la aplicación de la biología sintética y la ingeniería de procesos biológicos a la industria minera”. UBM ha desarrollado microbios sintéticos que —ellos afirman— mejorarán los procesos de biolixiviación y bio-oxidación, tanto para el cobre como para el oro. El producto líder de UBM es un método de recuperación de oro de los residuos (flujos de desechos) de las minas de oro. La compañía afirma poder recuperar miles de millones de dólares en oro adicional con su tecnología.

Para su proyecto biosintético de extracción de cobre, UBM apunta hacia la recuperación del 70% del mineral de cobre de baja graduación que no puede ser recuperado por los métodos de biolixiviación existentes. La empresa afirma que podría producir hasta dos mil millones de dólares de cobre adicional, a partir de mineral de cobre de baja graduación, hasta ahora considerado como desecho no rentable.

66 MIT – Mission 2015, Biodiversity, “Bioleaching: Making Mining Sustainable.” <http://web.mit.edu/12.000/www/m2015/2015/bioleaching.html>

67 “Creating a Research Agenda for The Ecological Implications of Synthetic Biology,” Woodrow Wilson Center, 2015. www.wilsoncenter.org/sites/default/files/SYNBIO_create%20an%20agenda_v4.pdf

UBM admite libremente que una restricción para el desarrollo de su tecnología radica en que implica la liberación en el ambiente de organismos sintéticos de diseño genético, pero expresa también su confianza en que el gobierno de Estados Unidos le otorgue los permisos de liberación, a pesar de la falta de protocolos de regulación o de una gobernanza capaz de evaluar y supervisar la liberación al ambiente de tales microbios. En 2014, el proceso de lixiviación de Universal BioMining fue evaluado como parte de un ejercicio realizado por el Centro Internacional Woodrow Wilson para Académicos, con el fin de explorar los aspectos ecológicos de la biología sintética.⁶⁷ En 2012, UBM se asoció también con el Instituto SETI (el cual emplea datos de computadora aportados por voluntarios para la búsqueda de vida extraterrestre) y conjuntamente recibieron una subvención de 125 mil dólares de la NASA (la Agencia Espacial de Estados Unidos), para explorar el uso de la biología sintética para la biominería del regolito (polvo, suelo y rocas provenientes de otros planetas, incluyendo la Luna).⁶⁸

Certamen Internacional de Maquinaria Diseñada Genéticamente (IGEM)

Como se mencionó arriba, IGEM es la “olimpiada” anual para biólogos sintéticos, quienes compiten para diseñar novedosas aplicaciones. Entre los concursantes se cuentan algunos equipos que han desarrollado aplicaciones para la biominería:

2012: Equipo Stanford-Brown. Intentó diseñar bacterias para recuperar iones metálicos de desechos electrónicos o de los suelos, con la perspectiva de emplearlas en misiones espaciales.⁶⁹

2014: Equipo de la Universidad de Columbia Británica-IGEM. Diseñó una bacteria *Caulobacter* para realizar procesos de biominería y separar la calcopirita, que es el principal mineral de cobre en bruto.⁷⁰

2014: Equipo HNU China-IGEM. Diseñó cepas de levadura para actuar como agentes para la biominería.⁷¹

68 “Biomining of regolith simulants for biological in situ resource utilization.” <http://sbir.gsfc.nasa.gov/content/biomining-regolith-simulants-biological-situ-resource-utilization>

69 <http://2012.igem.org/Team:Stanford-Brown/Biomining/Introduction>

70 http://2014.igem.org/Team:British_Columbia/ProjectBiomining

71 http://2014.igem.org/Team:HNU_China

Conclusiones y próximos pasos

La imagen autoconstruida de la emergente industria de la biología sintética como sector de negocios “limpios y verdes”, que abrirá el paso hacia una era post-petrolera, se revela cada vez más claramente como algo carente de sustento. Como ocurre con toda tecnología potente, hay en ella intereses creados que dan forma y contenido al nuevo campo, con el fin de apuntalar la tecnología y convertirla en protección e impulso de las ganancias de las grandes empresas petroleras y mineras y de tal forma permitirles que sigan extrayendo combustibles fósiles y minerales del subsuelo.

Desde la inyección de organismos de diseño en los pozos petroleros al desarrollo de técnicas para convertir el gas extraviado en compuestos químicos de alto valor industrial, las industrias extractivas están experimentando con biología sintética dentro de sus estrategias de investigación y desarrollo como el medio para obtener mayores ganancias económicas a partir de sus reservas y recursos.

Las empresas de biología sintética, por su parte, están tejiendo su futuro cada vez más ligado con el destino de la economía extractiva y se muestran felices de equiparse para servir a las grandes empresas emisoras de carbono. Mientras que algunos de los enfoques de la biología sintética, como la Recuperación Mejorada de Hidrocarburos vía Microbiana están todavía lejos de su aplicación comercial, otros enfoques, como la bioconversión del gas natural en otros combustibles, avanzan rápidamente. Podríamos encontrarnos muy pronto en la situación de adquirir en el mercado plásticos, combustibles, alimentos y hasta medicamentos derivados de metanótrofos, así como nuevos productos cuyos impactos en el ambiente y la salud apenas han sido imaginados y mucho menos explorados. La industria intentará decirnos que sus productos son “verdes”, porque su producción supone la captura y uso del metano que, de otro modo, habría sido quemado, liberado o fugado a la atmósfera.

Esta nueva fusión de la biología sintética con las grandes industrias extractivas demanda toda la atención de aquellos que están preocupados por el impacto que tendrá, sobre el calentamiento climático, la expansión de la industria de los combustibles fósiles, pero también de aquellos que, por razones de bioseguridad y de justicia, están preocupados por la expansión de la industria biotecnológica. Un diálogo entre los movimientos por la justicia climática y contra la biotecnología sería muy fructífero y, en este momento, verdaderamente urgente.

Acción climática

Para quienes resisten la expansión de la industria de los combustibles por medio del fracking, y para quienes se oponen a la construcción de gasoductos o a nuevas actividades exploratorias en áreas frágiles o sensibles, resulta vital la realización de reuniones y discusiones sobre cómo la “fermentación gaseosa”, las tecnologías de MEHR/MEOR y la biominería están cambiando las reglas del juego. Desde la perspectiva del clima, con el incremento del valor del gas extraído mediante fracturación hidráulica o de las arenas bituminosas, con el aumento del contenido en carbono de los productos derivados del metano, así como con la súbita disponibilidad de entre 40 y 60% más combustibles fósiles que las actuales reservas probadas, esta nueva estrategia industrial constituye verdaderamente un peligro mortal. La sociedad tiene la necesidad de incorporar en la discusión los potenciales efectos planetarios económicos, ambientales y de salud que la aplicación de tecnologías MEHR/MEOR ocasionarían al extender, por ejemplo, la vida útil de los pozos de extracción de hidrocarburos, acrecentando la producción de combustibles fósiles provenientes de los campos petroleros, gaseros y las minas de carbón que quedan en el planeta, añadiendo así miles de millones de toneladas de residuos dióxido de carbono a los suelos, las aguas y la atmósfera planetaria. Estos diálogos son urgentes para desarrollar las respuestas de la sociedad civil y propiciar la formulación de estrategias de vigilancia que puedan hacer frente a estas nuevas amenazas y exponerlas como falsas soluciones.

Podríamos encontrarnos muy pronto en la situación de adquirir en el mercado plásticos, combustibles, alimentos y hasta medicamentos derivados de metanótrofos, así como nuevos productos cuyos impactos en el ambiente y la salud apenas han sido imaginados y mucho menos explorados.

Si, en algún momento futuro, microbios sintéticos de diseño genético son emplazados en algún campo gasero o petrolero local, o son empleados en alguna instalación para la fermentación de hidrocarburos en zonas cercanas a su extracción, ello podría introducir un tipo completamente nuevo de riesgos locales que los trabajadores, las comunidades y los ambientalistas deberán entender cabalmente. Ciertamente, incluso en esta etapa temprana, sería congruente con el Principio Precautorio exigir una moratoria para que las empresas energéticas fósiles no incorporen enfoques de la biología sintética en ninguna de sus operaciones comerciales o de campo abierto, hasta que se haya realizado una evaluación completa de estas tecnologías, que tome en consideración a todos los involucrados y sea independiente de cualquier sesgo económico.

Quienes siguen de cerca las negociaciones del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) deben estar atentos a los intentos de la industria del petróleo y el gas para asegurar apoyo político a la “fermentación gaseosa” y a la bioconversión del gas en combustibles líquidos y otros productos. La industria ya está preparándose para abordar el tema de la quema y fuga de metano como parte de su plan de acción para enfrentar el cambio climático. Especialmente intentarán desvirtuar la discusión y tergiversar la comprensión de estas técnicas, presentándolas como “una opción verde, baja en carbono”, porque “evitan que la industria queme o libere el metano en la atmósfera”.

También argumentarán que la captura del gas “estancado” o “varado” en las operaciones extractivas y su transformación en productos comerciales mediante la biología sintética, constituyen una forma válida de “Captura, Uso y Almacenamiento de Carbono” (CCUS, por sus siglas en inglés). Las organizaciones de la sociedad civil ya se han pronunciado contra la posible autorización de técnicas como la Captura y Almacenamiento de Carbono.

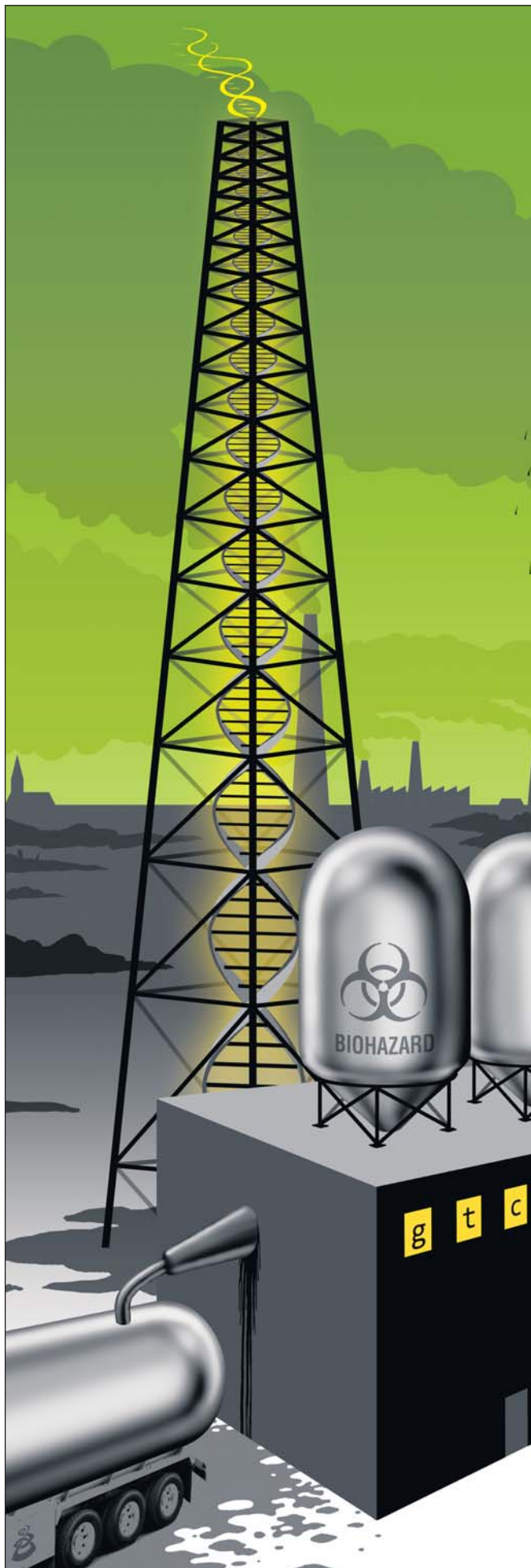
Si se integra la Captura, Uso y Almacenamiento de Carbono dentro de los acuerdos climáticos, los países podrían aprovecharse de ello y desechar los necesarios compromisos de reducción efectiva de las emisiones de gases de efecto invernadero para, en vez de ello, perseguir objetivos de “emisiones netas cero”, mediante la aplicación de tecnologías de eficacia dudosa y no comprobada, de secuestro de carbono. Adicionalmente, algunos países parte de la CMNUCC están mostrando un mayor apoyo político a la llamada Recuperación Mejorada de Petróleo bajo el nombre de Captura y Almacenamiento de Carbono. El entusiasmo creciente por estas técnicas no debe traducirse

erróneamente en un apoyo político o social a la liberación en el ambiente de organismos sintéticos de diseño genético para la supuesta recuperación mejorada de los hidrocarburos.

Protección de la biodiversidad

Entretanto, los procesos en marcha para evaluar y abordar el tema de la biología sintética en el Convenio de Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica (CDB) deberían abordar los riesgos climáticos y de bioseguridad que podrían derivarse la articulación de la industria de la biología sintética con la industria de los combustibles fósiles y para la experimentación con la biominería. Particularmente, el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (SBSTTA, por sus siglas en inglés) del CBD podría recomendar la adopción de medidas precautorias con el fin de asegurar que ni los metanótrofos de diseño genético ni los organismos creados para las tecnologías MEHR/MEOR se liberen en el ambiente.

Particularmente, el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (SBSTTA, por sus siglas en inglés) del CBD podría recomendar la adopción de medidas precautorias con el fin de asegurar que ni los metanótrofos de diseño genético ni los organismos creados para las tecnologías MEHR/MEOR se liberen en el ambiente.



La industria de la ingeniería genética extrema – Biología sintética – ya renunció a sus antiguas pretensiones de inaugurar una economía post-petrolera, limpia y verde. Ahora está asociándose con las corporaciones más grandes de petróleo, carbón, gas y minería. En la medida en que la biotecnología extrema y las industrias extractivas más poderosas profundizan su colaboración, los riesgos para el clima y la vida serán mayores y más complejos. Este informe detalla la alianza emergente entre los fósiles y la biotecnología.

etc
GROUP

HEINRICH
BÖLL
STIFTUNG

www.etcgroup.org

www.boell.de/en