

*«Diseñar la biología»:
Retos éticos, filosóficos y políticos
de la biología sintética**

*«Designing biology»: Ethical, philosophical and
political challenges of synthetic biology*

JORDI MAISO BLASCO
Instituto de Filosofía – CSIC (España)

Recibido: 18-1-2013

Aprobado definitivamente: 23-2-2013

RESUMEN

El intento de sentar las bases para convertir la biología en objeto de ingeniería es hoy una prioridad en la agenda de investigación científica. La bio-ingeniería permitiría fabricar y obtener lo que queramos a partir de la materia viviente, abriendo nuevos potenciales de expansión para la incipiente bioeconomía. El presente artículo aspira a discutir los retos éticos, filosóficos y políticos de la biología sintética, atendiendo tanto a su comprensión implícita de la vida como a sus posibles consecuencias para la relación entre ciencia, bioeconomía y sociedad.

PALABRAS CLAVE

ÉTICA DE LA BIOLOGÍA SINTÉTICA; BIOINGENIERÍA; VIDA; TECNO-CIENCIA Y SOCIEDAD

ABSTRACT

The attempt to render biology a matter of engineering has been settled as one of the priorities in the scientific research agenda. Bio-engineering is supposed to allow us to manufacture and obtain anything we wish from living material, opening new expansion potentials for the emerging bioeconomy. This papers aims at discussing the ethical, philosophical and political challenges

* El presente trabajo se encuadra en el proyecto de investigación FP 7 «Standardization and orthogonalization of the gene expression flow for the robust engineering of NTN (new-to-nature) biological properties» (St-Flow)

of synthetic biology, focusing both on its implicit understanding of the living as well as on its possible consequences for the relations between science, bioeconomy and society.

KEYWORDS

ETHICS OF SYNTHETIC BIOLOGY; BIO-ENGINEERING; LIFE; TECHNO-SCIENCE AND SOCIETY

«EN ESTOS COMIENZOS DEL SIGLO XXI, mientras que en todas partes se habla de decrecimiento y de catástrofe, las comunidades científicas se esfuerzan por reavivar la fe en el progreso mediante nuevos desafíos. Al eslogan de las nanotecnologías de ‘dar forma al mundo átomo por átomo’ responde un eslogan aún más ambicioso: ‘Fabricar lo viviente’». ¹ Este es el eslogan con el que se presenta en público la biología sintética, que combina conocimientos de la biología y principios de la ingeniería para fabricar componentes biológicos que no existen en la naturaleza o para re-diseñar y modificar sistemas biológicos ya existentes.

La biología sintética se integra en un conjunto de tecnologías convergentes (nanotecnologías, biotecnologías, tecnologías de la información y ciencias cognitivas) en las que se concentran grandes promesas y mayores inversiones. Ante todo se trata de una técnica de producción material: a diferencia de la ingeniería genética «tradicional», su propósito no es tanto recombinar la información genética, sino la posibilidad de «escribirla y re-escribirla», permitiendo un nivel de intervención mucho mayor que abriría la posibilidad de diseñar la biología. La técnica de síntesis artificial de ADN es cada vez más barata y sencilla, y posibilita producir sintéticamente genomas de especies que han desaparecido –por ejemplo el virus de la gripe española de 1918/1919, sintetizado en 2005– o introducir un genoma modificado en una célula –como hizo el equipo de Craig Venter con su «primera célula artificial» en 2010.² Esto posibilita también el diseño de circuitos biológicos basados en el ADN; es decir, diseñar pequeñas secuencias de genes con una función precisa que pueden ser implementados en un organismo para que lleven a cabo determinadas tareas «programadas genéticamente» (p. e. producir una determinada proteína o desactivar una función celular).

1 B. Bensaude-Vincent y D. Benoit-Browaëys, *Fabriquer la vie. Où va la biologie de synthèse?*, París : Seuil, 2011, p. 7.

2 Cf. D. Gibson, J. I. Glass, C. Lartigue *et. al.*, «Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome», *Science*, 2, July 2010, Vol. 329, No. 5987, pp. 52-56.

La biología sintética parte de la asunción de que es posible diseñar sistemas biológicos complejos del mismo modo en que se diseñan máquinas y artefactos técnicos. Se trata de una visión fuertemente mecanicista, en la que el ADN sería el *software* que instruye al *hardware* del organismo vivo, a su maquinaria celular, el modo en que crecer, funcionar y desarrollarse, y por tanto el organismo puede ser «re-programado» para que desempeñe determinadas funciones. De este modo, a partir de la implementación de circuitos biológicos programados genéticamente y de la modificación y el control de los genes reguladores, sería posible reestructurar procesos moleculares dentro de las células y entre éstas, transformando su comportamiento y su lógica funcional de acuerdo con un diseño. En último término se trata de imitar el funcionamiento de los artefactos electrónicos hasta dar lugar a sistemas computacionales complejos de carácter biológico, como organismos provistos de un chip que les programa para reaccionar ante determinados escenarios. En definitiva, la biología pasaría así a convertirse en una disciplina de ingeniería y se fundiría con la tecnología. Esto permitiría rebasar los límites de las formas de vida existentes en la naturaleza para crear formas de vida «hechas a medida», abriendo un enorme potencial para el desarrollo de aplicaciones biotecnológicas. Por eso se ha hablado de la BS como de una «ingeniería genética extrema».¹

I. HACIA LA BIO-INGENIERÍA: POR UNA FUSIÓN DE BIOLOGÍA Y TECNOLOGÍA

La investigación actual en biología sintética aspira a sentar las bases para que la ingeniería de organismos vivos deje de ser una analogía o una metáfora y pase a convertirse en un método de trabajo. Su objetivo es que la implementación de funciones programadas genéticamente pueda funcionar con un nivel de robustez y predictibilidad hasta ahora impensable, abriendo un nuevo potencial de aplicación para el desarrollo de biotecnologías. Con este propósito, dos de los grandes objetivos para lograr diseñar la biología y que ésta sea «fácil de modificar, de modo que todo lo que queramos fabricar a partir del mundo vivo sea algo que podamos conseguir»,² son la estandarización y la ortogonalización:

- Estandarización de los procesos fundamentales (físicos y virtuales) de la biología sintética para racionalizar los procesos de producción y dar lugar a una verdadera bio-ingeniería. El ejemplo clásico de los beneficios de la estandarización sería el diseño de la rosca standard Sellers, que permitió unificar la producción de roscas, tornillos y tuercas en la segunda

1 Cf. el informe del ETC Group de 2007:

http://www.etcgroup.org/upload/publication/603/03/synbiospanish_lite.pdf

2 D. Endy, «Diseñar la biología», en J. Brockman (ed.), *Vida*, Barcelona: Crítica, 2012, p. 254.

mitad del siglo XIX.³ En biología sintética, la modalidad más conocida es la estandarización de partes biológicas o *biobricks*, entendidas como «módulos de construcción» para el ensamblaje físico de secuencias de ADN que codifican determinadas funciones genéticas. Se trata de partes intercambiables que pueden irse ensamblando hasta dar lugar a secuencias más complejas, como en un Lego biológico. Dichas secuencias pueden ser implementadas en células receptoras para «programarlas». La estandarización es clave para el paso al método ingenieril: permitiría crear «cajas de herramientas» en las que los diferentes elementos puedan ser re-utilizados, re-combinados o intercambiados, facilitando así el paso a la producción industrial y facilitando el desarrollo de la investigación.

- Ortogonalización: permite que los diferentes circuitos implementados en un organismo no interfieran entre sí ni afecten al resto de funciones celulares. Esto permitiría prever interacciones, reacciones y evoluciones no deseadas. La ortogonalización aspira por tanto a permitir la implementación de funciones biológicas que funcionen de la forma esperada con independencia del contexto biológico en que se insertan, permitiendo gestionar la complejidad biológica y contener las propiedades emergentes. Pese a todo, muchos biólogos contestan que esta noción de bio-ingeniería robusta independiente del contexto biológico sea en absoluto posible.

De esta manera, el objetivo es sentar los fundamentos de una ingeniería de organismos vivos que permitiría la progresiva implementación de una «bio-economía basada en el conocimiento» (KBBE)⁴ de la que se espera un nuevo potencial de expansión económica. De hecho, el impacto que supondría el efectivo establecimiento de este modelo de bio-ingeniería es tal que las grandes entidades financiadoras –hasta ahora predominantemente organismos públicos– asumen el riesgo de un posible fracaso de la investigación. Entre los principales intereses destaca la tentativa de convertir los microorganismos en «fábricas vivas»: lo mismo que la levadura produce etanol a partir del azúcar de caña o cerveza a partir de trigo, la ingeniería de sistemas biológicos aspiraría a «programar» microorganismos para que produzcan sustancias que no producirían de forma natural. Pero del desarrollo de la biología sintética se espera la producción de toda una nueva generación de biocarburantes, energías limpias, alimentos, materiales, agentes descontaminantes y medios para la prevención

3 Ibid., pp. 259 s.

4 EU Commission: «The Knowledge-based bio-economy (KBBE)», in *Europe: achievements and Challenges*, Bruselas, 2010.

y el diagnóstico de enfermedades de los que algunos se prometen una solución tecno-científica a las catástrofes pseudo-naturales que se ciernen sobre la sociedad global en forma de hambre, enfermedades, destrucción del entorno y cambio climático. «Lo que hasta ahora no podían producir la técnica convencional ni los seres vivos naturales, en el futuro será posible gracias a organismos creados a medida».⁵ En palabras de la DFG, «las interesantes posibilidades económicas son el aumento de la productividad, la obtención de nuevos productos, la aceleración de los tiempos de desarrollo de éstos mediante la estandarización de módulos biológicos y el establecimiento de nuevos conceptos de producción».⁶ En efecto, en un momento de grandes dificultades para el crecimiento económico, la biología sintética promete generar nuevos espacios para la valorización del capital en el terreno de las biotecnologías, prometiendo garantizar en un futuro no muy lejano un feliz matrimonio de crecimiento económico y sostenibilidad ambiental.⁷

Sin embargo, pese al optimismo de muchos de los actores involucrados, la biología sintética comporta también peligros y riesgos. Además de los posibles riesgos derivados de la investigación y de las controvertidas cuestiones acerca de la aplicación de un régimen de propiedad intelectual a los organismos «diseñados», la investigación se desarrolla muy rápido y el paso a la aplicación y a la comercialización es casi inmediato, por lo que cabría invertir el célebre *statement* de Richard Feynman, «*what I cannot create I do not understand*», convertido en eslogan de los partidarios de la bio-ingeniería, y preguntar: *Do I understand what I can create?*⁸ De hecho, asociaciones ecologistas y distintos grupos de la sociedad civil insisten en las responsabilidades de las empresas de biotecnologías ante posibles daños ambientales, de justicia global y de salud pública, así como en la necesidad de guiar la investigación por el principio de precaución y de prohibir toda intervención para cambiar la dotación genética humana. También se subraya la necesidad de informar sobre los riesgos y de promover la participación de la población en la toma de decisiones para asegurarse

5 J. Schummer, *Das Gotteshandwerk. Die künstliche Herstellung vom Leben im Labor*, Berlin: Suhrkamp, 2011, p. 9.

6 DFG, Acatech, Wiley-VCH, Leopoldina: *Synthetische Biologie. Stellungnahme*, Weinheim: Wiley-VCH, 2009, p. 27.

7 Cf. paradigmáticamente M. Schmidt: *Synthetic biology. Industrial and environmental applications*, Weinheim: Wiley-VCH, 2012. Para una crítica a estos planteamientos, cf. J. Riechmann, *Interdependientes y ecodependientes. Ensayos desde la ética ecológica*, Barcelona: Proteus, 2012.

8 Cf. M. Schmidt, «Do I Understand What I Can Create? Biosafety Issues in Synthetic Biology»: http://www.markusschmidt.eu/pdf/chapter_06.pdf (última consulta: 12 de diciembre de 2012).

de que prevalezca el interés público en el desarrollo de la biología sintética, y se llama a crear un marco de regulaciones específicas para la nueva disciplina.⁹

Pero la concepción ingenieril de la biología sintética plantea también cuestiones de carácter específicamente ético-filosófico, fundamentalmente ligadas al impacto de estas prácticas tecno-científicas sobre el concepto de vida. Las comisiones de éticos y científicos sociales que se incorporan a los proyectos responden a una preocupación por la legitimación de un modelo de investigación científica a menudo guiado por grandes intereses corporativos, pero generalmente se limitan a señalar cuestiones de gobernanza de la disciplina en cuestión, enumerando y clasificando los posibles riesgos asociados a la investigación (biosafety, biosecurity, propiedad intelectual, etc.). Frente a ello, se impone la necesidad de una reflexión filosófica que vaya más allá del *risk management* para dar lugar a una reflexión que interroge los métodos y objetivos de la biología sintética, su modo de relacionarse con lo viviente y sus fundamentos epistemológicos y sociales como técnica de producción material. Solo así podrán sentarse las bases para el desarrollo de una nueva ética capaz de responder a los retos que plantean las prácticas de manipulación y control de organismos vivos en el marco de la incipiente bio-economía.

II. LA REFLEXIÓN FILOSÓFICA ANTE LA BIOLOGÍA SINTÉTICA

La biología sintética suscita una serie de cuestiones éticas y filosóficas que están comenzando a ser analizadas, pero la discusión está todavía en una fase inicial. No hay una unidad de criterios sobre si la disciplina comporta problemas específicos o simplemente relanza las cuestiones que ya han sido planteadas en el desarrollo de la ingeniería genética, las técnicas de clonación, la reprogramación celular y las nanotecnologías. Pero la cuestión es dirimir cuáles serían las tareas de la reflexión ético-filosófica ante la biología sintética.¹⁰ Algunos científicos consideran que éstas consistirían ante todo en la difusión pública de los objetivos de la disciplina, con objeto de informar y superar las resistencias que este tipo de investigación genera entre la población; otros reducen la ética al intento de equilibrar las nuevas oportunidades de la disciplina con los riesgos que lleva aparejados; pero, ¿se puede reducir la discusión a cuestiones de gobernanza o gestión de los riesgos? ¿Se trataría de una simple cuestión del

9 *The Principles for the Oversight of Synthetic Biology* (publicado en marzo de 2012): <http://www.foe.org/projects/food-and-technology/blog/2012-03-global-coalition-calls-oversight-synthetic-biology> (última consulta: 12 de diciembre de 2012).

10 Cf. la *Opinion No 25* del European Group of Ethics of Science and Technology (2009) de la Comisión Europea, centrada en la ética de la biología sintética, y el Informe conjunto del Comité de Bioética España y del Conselho Nacional de Ética para as Ciências da Vida de Portugal, *La biología sintética* (2011).

uso y las consecuencias de los organismos generados sintéticamente o habría que interrogar los supuestos filosóficos y sociales de la disciplina? Parece que el análisis del posible impacto social, económico y ambiental de la disciplina no debería eclipsar una reflexión de mayor alcance sobre los fundamentos y las implicaciones de la biología sintética.

Ante todo, se impone reconocer y articular qué es lo nuevo que aporta la biología sintética, la especificidad de esta disciplina en la intersección entre la molecularización y la modelización de la vida y los desafíos que comporta. Pese a que muchas de las cuestiones éticas que plantea la biología sintética son conocidas de los debates sobre los transgénicos y las biotecnologías, a pesar de que sus métodos no impliquen una ruptura total con las biotecnologías precedentes y pese a que la pretensión de conocer la naturaleza para someterla a fines humanos o sociales es tan viejo como el ideal mismo de ciencia moderna, la pretensión de una ingeniería de sistemas biológicos sí que parecería situarnos en escenario cualitativamente distinto, que plantea problemas filosóficos y ético-políticos específicos, y que no puede concebirse al margen socio-económico en el que se desarrolla la investigación.

El objetivo de crear organismos «a la carta», guiados por una determinada intencionalidad, y la ambición de lograr un perfecto control de su funcionamiento y desarrollo –tipificado en las consignas de una bio-ingeniería «robusta y predecible»– plantea cuestiones que no pueden ser resueltas desde el mero análisis del impacto de la investigación sobre la opinión pública o sobre su posible colisión con el sentido común; es necesario señalar las posibles consecuencias no deseadas de la implementación de esta disciplina, pero responder a los retos ético-políticos que plantea la biología sintética requiere una reflexión sobre sus presupuestos epistemológicos y sociales. Lo que está en juego es una transformación de la relación del ser humano con la naturaleza y con lo viviente a partir de una determinada visión de la vida y de la tecnociencia. Por ello quisiéramos centrar nuestro trabajo en torno a dos grandes ejes temáticos: cuestiones ligadas a los presupuestos filosófico-biológicos de la biología sintética (1) y cuestiones ligadas a la relación entre tecno-ciencia y sociedad (2).

II.1. CUESTIONES LIGADAS A LOS SUPUESTOS FILOSÓFICO-BIOLÓGICOS DE LA BIOLOGÍA SINTÉTICA

La pregunta que se plantea es si la biología sintética produce verdaderamente vida, si sus pretensiones no reflejan una visión reduccionista de lo viviente. En sentido estricto no puede afirmarse que la biología sintética haya logrado hacer realidad el viejo sueño de la ciencia de fabricar vida;¹¹ pero es cierto que, frente

11 El carácter problemático de la pretensión de «fabricar vida» viene de que la creación de la vida de la nada no es posible, y por tanto es necesario precisar qué se entiende por «fabricación»

a la ingeniería genética «clásica», que se limitaba a transformar los organismos naturales implantándoles genes de otros organismos, permite un nivel de intervención mucho mayor: actuando sobre los genes reguladores, la biología sintética permitiría alterar de manera radical los procesos y la estructura organizativa de los organismos. Pero esto significa también que lo viviente es descrito e interpretado desde un determinado paradigma de comprensión: el del ingeniero, que se relaciona con lo viviente siguiendo el modelo de los artefactos técnicos y las máquinas complejas –no en vano se habla de sus productos como *living machines*, *integrated genetic systems* o *genetically engineered machines*.

Para ello la biología sintética se apoya en los conocimientos de la biología molecular y asume la metáfora del «código genético». Éste consistiría en un «sistema de correspondencias entre las moléculas-programas (los nucleótidos) y las moléculas-estructuras (las proteínas) que funciona como un lenguaje: a una serie de nucleóticos (codones) se asocia un aminoácido, pieza elemental de las proteínas. Este código permite pensar que potencialmente la vida entera está en este programa»,¹² y ha abierto un terreno en el que «parece que no hay nada místico o incomprensible acerca de la biología: todo parece ser, en principio, inteligible, y por tanto parece estar abierto a la intervención calculada al servicio de nuestros deseos».¹³ En este sentido, la visión molecular de la vida a la base de la biología sintética no es sólo una práctica científica, sino lo que Ludwig Fleck ha denominado un «estilo de pensamiento»: un cambio en la episteme científica que ha transformado el modo de pensar, percibir y llevar a cabo prácticas científicas. La metáfora de la «programación» permite volver del plano «lógico» propio de la biología molecular al plano material: la creación de nuevas formas de vida celular tomando aportaciones de la informática y la microelectrónica articulados desde una perspectiva de ingeniería.

Pero la noción de vida subyacente, ¿es realmente consistente? Con todas las dificultades y controversia en torno a la definición de vida,¹⁴ ¿se la puede reducir unilateralmente a información y replicación? ¿No se desdibujan así los confines que distinguían a los organismos vivos de los autómatas y las máquinas? La metáfora del «código» no sólo permite la asunción metodológica de la «programación» de la materia viviente mediante el «software» (ADN) diseñado

y qué se entiende por «vida». En este sentido, Schummer ha señalado que la BS y su énfasis en la primacía del componente genético juega en un terreno ambiguo, no suficientemente distinto de la ingeniería genética, en el que toda transformación podría presentarse como fabricación y toda fabricación como transformación (J. Schummer, *op. cit.*).

12 B. Bensaude-Vincent y D. Benoit-Browaey: *op. cit.*, p. 30.

13 N. Rose: *The Politics of Life Itself. Biomedicine, Power and Subjectivity in the Twenty-Fist Century*, Princeton: Princeton University Press, 2007, p. 4.

14 A. Diéguez: *La vida bajo escrutinio*, Barcelona: Biblioteca Buridán, 2012, pp. 23 ss.

por el ingeniero, sino que la célula se convierte en un «autómata molecular» y la vida queda reducida al proceso y la transmisión de información. Si se logran crear estos organismos productos de la ingeniería biológica robusta, diseñados para actuar como artefactos técnicos, ¿podrían llamarse vida?

Aplicando los principios de estandarización, desacoplamiento y distinción de diferentes niveles de abstracción para poder operar con la complejidad de los sistemas biológicos,¹⁵ la ingeniería biológica aspira a crear «máquinas vivientes» con un comportamiento susceptible de ser programado y pronosticado de antemano. La biología aparecería literalmente como ingeniería, y nada permitiría distinguir el funcionamiento de los seres vivos del de los artefactos técnicos de fabricación humana.¹⁶ La visión determinista y geneticista en que se apoya este ideal de bioingeniería, ¿es consistente con los avances recientes en biología evolutiva del desarrollo? Los genes reguladores, ¿pueden controlarse hasta el punto de dar lugar a una ingeniería robusta y predecible? Sin duda, el genoma ofrece informaciones necesarias para la constitución de proteínas en forma de aminoácidos, pero por sí solo no determina la estructura biológica ni la elección, la sucesión o la interacción de las proteínas, no determina en exclusiva la estructura de las membranas celulares y otros elementos y –como revelan los avances en epigenética– no es el único portador de información que pueda ser heredada. En definitiva, ¿no se incurre en un reduccionismo y un determinismo genético que hoy resulta sumamente problemático?¹⁷

El planteamiento de su ingeniería de sistemas biológicos parece regresar a planteamientos de un mecanicismo casi cartesiano. La tentativa de implementar funciones programadas genéticamente que funcionen con independencia del contexto biológico, ¿no reproduce de nuevo los antiguos modelos dualistas de dominio del espíritu sobre la materia y de la información sobre la estructura? De hecho, si la biología sintética se convierte en una técnica de producción material es al precio de imponer concepción epistemológica en la que el sujeto de la vida biológica no sería el organismo y su organización como un todo, sino las cadenas de nucleótidos que componen el gen, que darían lugar a distintas proteínas que determinan la estructura organizacional del organismo. En este sentido Ruiz-Mirazo y Moreno han señalado que «la biología sintética, con independencia de la vocación general, los objetivos y los métodos específicos que cada investigador o grupo de investigadores siga, supone –en todos los casos– un *enfrentamiento con la vida*», puesto que su visión de lo viviente como materia programable y re-programable entra en tensión con la *autonomía* y la

15 D. Endy: «Foundations for engineering biology», *Nature*, vol. 438, 25 / XI / 2005, pp. 449-453.

16 Cf. R. Carlson: *Biology is Technology*, Cambridge: Harvard University Press, 2010.

17 Cf. J. Schummer: *op. cit.*

capacidad de evolución abierta que muchos biólogos y filósofos de la biología consideran clave para la evolución de los seres vivos.¹⁸

Desde el punto de vista ético, esta bio-ingeniería que aspira a manufacturar organismos «a la carta», ¿no supone un salto cualitativo en la intervención y la apropiación de la vida con criterios instrumentales? Su impacto en la relación con lo viviente no afecta sólo al plano de las concepciones, sino al de la praxis científica y social. ¿Cómo se argumenta la legitimidad del propósito de «crear vida» con propósitos instrumentales? En definitiva, lo que está aquí en juego no es una «desacralización de lo viviente» ni una *hybris* metafísica de científicos jugando a ser Dios, sino la reducción lo viviente a la expresión genética, con todas sus implicaciones de reducción y cosificación extrema. Esto implica toda una *actitud ante la materia viviente*. Para el modelo bio-ingenieril, ésta no sería sino un ensamblaje de piezas reprogramable a voluntad: toda posible autonomía y espontaneidad de los seres vivos queda proscrita de antemano.¹⁹ Pero esta actitud ante lo viviente se sostiene en un entramado de intereses sociales y económicos que determinan los planteamientos de la investigación: «Para responder a objetivos sociales o humanos, las máquinas moleculares, que se abastecen de materia viviente, deben ser abstraídas de su entorno natural y ser consideradas únicamente como dispositivos funcionales susceptibles de realizar una serie de operaciones. Una vez que han sido arrancados a su medio [...] pasan a ser una fuerza productiva entre otras. Su funcionamiento debe responder al modelo de la fabricación industrial: producción homogénea, estandarizada, si es posible automatizada... lo que justifica el *re-engineering* de las máquinas».²⁰ Esto nos lleva más allá de cuestiones estrictamente biológicas para cuestionar la forma de organizar aquí el metabolismo entre naturaleza y sociedad.

II.2. CUESTIONES DE TECNO-CIENCIA Y SOCIEDAD

De acuerdo con lo expuesto, el objetivo de la bio-ingeniería ya no es tanto la eficiente explotación de los recursos biológicos y naturales, sino la implementación de un modelo de bioeconomía que busca introducir dichos recursos en los regímenes de producción y propiedad de los mercados, optimizándolos para extraer el valor latente en los productos y procesos biológicos.²¹ Esta perspectiva de «optimización intencional» de lo viviente, que ha llevado a establecer como

18 K. Ruiz-Mirazo y A. Moreno: «Biología sintética: comprender, utilizar y extender la vida», en *Pasajes*, n° 38, 2012, pp. 31 s.

19 J. Boldt: «Leben in der 'Synthetischen Biologie'», en J. Boldt, O. Müller, G. Maio (eds.): *Leben Schaffen*, Paderborn, 2012, pp. 184 ss.

20 B. Bensaude-Vincent y D. Benoit-Browaëys: *op. cit.*, p. 114.

21 OCDE: «Scoping document: The bioeconomy to 2030: Designing a policy agenda», París: OCDE, 2006. Para una perspectiva crítica, cf. V. Pavone: «Ciencia, neoliberalismo y bioeconomía», en *Revista CTS*, n° 20, vol. 7, 2012, pp. 145-161.

objetivo de la bio-ingeniería del siglo XXI el diseño de una vida «perfecta»,²² habría impulsado a algunos a afirmar que la biología sintética sería uno de los instrumentos que permitirían a la tecnociencia acabar con el carácter errático del darwinismo y tomar las riendas de la evolución.²³ En este sentido habría que comprender la biología sintética en el marco de una nueva biopolítica en la que converge con otras biotecnologías, nanotecnologías, tecnologías de la información y ciencias cognitivas.²⁴ Ante esta tendencia evolutiva de la tecno-ciencia en las sociedades tardo-capitalistas, la asunción de que la materia viviente podría tener un valor intrínseco aparece como manifestación de un romanticismo trasnochado e insostenible, que no ha logrado seguir la fulgurante marcha del conocimiento científico. Por ello, en último término, si bien la biología sintética aspira a «desencantar» la vida, revelando que su «misterio» puede descifrarse como una serie de procesos a nivel molecular, complejos pero inteligibles, en realidad su comprensión de lo viviente es tan teleológica y antropomórfica como el cosmos aristotélico: su aproximación mecanicista responde simplemente a la primacía del interés de la aplicación tecnológica, en la que la perspectiva del biólogo pasa a ser sustituida por la del ingeniero.²⁵

Los partidarios de la bio-ingeniería presentan el modelo de desarrollo tecno-científico como una perspectiva salvífica, capaz de llevar a cabo el milagro de reconciliar el crecimiento con la preservación del medio ambiente, «prometiéndolo resolver los problemas de las tecnologías de ayer con las tecnologías de mañana».²⁶ En el momento en el que la economía basada en los combustibles fósiles parece haber alcanzado su pico, esta nueva disciplina lanza la promesa de un paradigma bio-económico que podría unir crecimiento y sostenibilidad. Pero el planteamiento de crear formas de vida «a la carta», cortadas a medida de imperativos socio-económicos, ¿no abre las puertas a una ingeniería social? La tentativa de presentar la biología sintética como respuesta a problemas como el cambio climático, la contaminación y el hambre, ¿no impone un modelo tecnocrático, incluso biopolítico, de gobierno de lo social, que responde a problemas sociales con respuestas de ciencias naturales? Los avances en la bio-ingeniería, ¿no implicarán la imposición de un modelo de desarrollo tecno-científico inexorable y sin alternativas? Desde luego, ya hay voces que advierten los problemas sociales y económicos que podría implicar este desarrollo: desde la creación de monopolios y la concentración de poder derivado de los derechos de propiedad

22 Cf. el informe del Parlamento Europeo *Making perfect life. Bio-engineering (in) the 21st Century. Final Report European Governance Challenges in Bio-engineering*, 2012.

23 M. Schmidt, «Xenobiologie: Neues Leben mit integrierter Biosicherheit», en J. Boldt, O. Müller, G. Maio (eds.): *op. cit.* y A. MOYA: *Naturaleza y futuro del hombre*, Madrid, 2011.

24 Cf. N. Rose, *op. cit.*

25 B. Bensaude-Vincent y D. Benoit-Browaey, *op. cit.*, p. 106 s.

26 *Ibid.*, p. 71.

intelectual hasta los problemas de justicia global. Si todo lo que hasta ahora podía obtenerse de las plantas podría ser fabricado por micro-organismos en el laboratorio, las consecuencias para las economías basadas en la producción agrícola podrían ser devastadoras. Además, como los micro-organismos se alimentan de biomasa (algas, maderas o azúcares), su inserción en la producción industrial podría significar también la expropiación de grandes cantidades de biomasa a los países tropicales y sub-tropicales, privando a su población de los recursos necesarios para la subsistencia.²⁷

En definitiva, el crecimiento de lo técnicamente posible exige un nuevo grado de responsabilidad ecológica y social: el ideal bio-ingenieril asume que la naturaleza es algo infinitamente dúctil y maleable, que no ofrece límites para su re-funcionalización «Desde la perspectiva de la biología sintética, la naturaleza aparece como un espacio en blanco que podemos rellenar con cualquier cosa que deseemos».²⁸ En momentos de crisis, estas renovadas promesas de expansión y omnipotencia parecen anteponerse a cualquier otra lógica. Pero el choque de la economía industrial con los límites de la biosfera debería imponer, antes que nuevas estrategias de expansión y crecimiento acelerado, conciencia de los límites y políticas de autocontención. Al menos exige plantear algunas preguntas urgentes: La implementación de la bioeconomía, ¿es compatible con el principio de precaución? Si la investigación para sentar las bases de esta bio-ingeniería se está financiando con fondos públicos, ¿podrán exigirse futuras responsabilidades a las empresas biotecnológicas que se beneficien de sus aplicaciones? La estandarización en biología sintética, ¿no impondrá el liderazgo científico de quienes patenten los standards, acrecentando las desigualdades? El modelo tecno-mimético de la ingeniería de sistemas biológicos, ¿es el único posible? ¿No cabría desarrollar un modelo que aprenda de las soluciones ya existentes en la naturaleza, resultado de la evolución?²⁹

En definitiva, la ética de la biología sintética no puede limitarse a contraponer los potenciales beneficios y riesgos de la nueva disciplina, sino que exige tomar en consideración para quién serán los beneficios y quién tendrá que cargar con las eventuales consecuencias derivadas de los riesgos. Porque la biología

27 ETC-group, *Los nuevos amos de la biomasa. Biología sintética y el próximo asalto a la biodiversidad*: http://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/biomasssters_ESP_4WEB7jun11_0.pdf (última consulta: 12 de diciembre de 2012). Cf. también J. Thomas: "How synthetic biology will bring us cheaper plastics by ruining the poorest nations on Earth", *Future tense*, February 2nd 2011.

28 J. Boldt y O. Müller, «Newtons of the leaves of grass», *Nature biotechnology* 26, 2008, p. 388.

29 Cf. J. Riechmann: *Biomímesis: ensayos sobre la imitación de la naturaleza, ecosocialismo y autocontención*, Madrid: Libros de la catarata, 2006 y J. Benyus: *Biomímesis*, Barcelona: Tusquets, 2012.

sintética, su comprensión de lo viviente y su agenda de trabajo son expresión de un determinado modelo de desarrollo científico-industrial, no una tendencia sin alternativas. Innovación y competitividad no deberían ser palabras mágicas que frenan toda reflexión sobre la pertinencia de una novedad; es necesario evaluar estos avances pensando a largo plazo, teniendo en cuenta el impacto de la ingeniería biológica sobre las relaciones que establecemos con lo viviente a nivel económico, de utilidad, simbólico y social.

JORDI MAISO es investigador contratado en el Instituto de Filosofía del Centro de Ciencias Humanas y Sociales del CSIC (Madrid). Ha realizado estancias de investigación postdoctorales en la Universidad Libre de Berlín y en la Universidad Leibniz de Hannover, y ha sido becario del DAAD en el Instituto de Filosofía de la Universidad Libre de Berlín y del Centro para la Investigación del Antisemitismo en la Universidad Politécnica de Berlín.

Líneas de investigación:

Teoría crítica, filosofía después de Auschwitz, formas de socialización en el capitalismo avanzado, retos ético-políticos de la biología sintética.

Publicaciones recientes:

ANNE EUSTERSCHULTE y JORDI MAISO (eds.): *Kritische Theorie der Kulturindustrie. Fortzusetzen*, Würzburg: Königshausen und Neumann, 2013 (en prensa).

JORDI MAISO: «Remembrance of Nature Within the Subject. Critical Theory, Psychoanalysis and the Limits of Subjection», en A. Martinengo (ed.): *Beyond Deconstruction: From Hermeneutics to Reconstruction*, De Gruyter: Berlin, 2012, pp. 197-212.

Dirección electrónica: jordi.maiso@cchs.csic.es