



La Recensión



Cara y cruz de la biología sintética

Recensión sobre los libros:

SCHMIDT, M., KELLE, A., GANGULI-MITRA, A. & DE VRIEND, H. (eds.)
Synthetic Biology. The Technoscience and Its Societal Consequences,
 Dordrecht: Springer, 2010, 186 págs.
 ISBN 978-90-481-2677-4

CURCH, G. & E. REGIS, Regenesis. How Synthetic Biology Will Reinvent Nature and Ourselves, New York: Basic Books, 2012, 284 págs. ISBN 978-0-465-02175-8

Es difícil decir con precisión en qué consiste la biología sintética y, sobre todo, en qué se distingue de la ingeniería genética; por eso hay quien ha tirado por la calle de en medio y la ha definido como una ingeniería genética que ha tomado esteroides. Pero, buscando un poco más de precisión, podría decirse que es la ingeniería genética que se ha tomado en serio su faceta ingenieril, y ha entendido, por tanto, que para la biotecnología es fundamental la introducción de viejos procedimientos, criterios y valores en los que se ha basado tradicionalmente la ingeniería: la estandarización, la fabricación de componentes aislados intercambiables y combinables (modularidad), el diseño previo (preferiblemente realizado mediante ordenadores), la automatización y simplificación de los procesos, los análisis de eficiencia (costes-beneficios), el acceso a los mercados, etc. Si se quiere una definición más formal, la biología sintética es la síntesis de biomoléculas, de sistemas biológicos, o de componentes de los mismos, con funciones nuevas que no se encuentran en la naturaleza, o bien el uso de componentes naturales o artificiales para el rediseño de organismos vivos. Los componentes así producidos han de ser diseñados de forma estandarizada y modular (*BioBricks*), siguiendo los principios ingenieriles que hemos mencionado, de modo que puedan ser fácilmente usados en la fabricación de sistemas biológi-

cos más complejos con el objetivo de alcanzar fines prefijados.

A estas alturas pocos serán los que no hayan oído hablar del resultado de la biología sintética más divulgado por los medios de comunicación: la creación en 2010, por parte del equipo de Craig Venter, de una nueva especie biológica; una bacteria a la que se denominó *Mycoplasma laboratorium*, aunque su nombre popular es "Synthia". De este asunto se ocuparon de forma certera en esta misma revista Enrique Viguera y Ramón Muñoz Chápuli (ver Nota 1). En realidad, lo que hicieron Venter y su equipo fue sintetizar artificialmente el genoma completo de la bacteria *Mycoplasma mycoides* y este genoma artificial fue utilizado para reemplazar el genoma original en células de *Mycoplasma capricorum*, proceso que dio lugar a células capaces de replicarse. Como comentaba al respecto Muñoz Chápuli, éste era un logro más notable por sus aplicaciones tecnológicas que por la aportación de nuevos conocimientos. Hasta el momento, ha sido el logro de la biología sintética que más extensamente ha llegado a la opinión pública, pero a nadie se le escapa que están muchos más por venir, y no todos ellos parecen ser igualmente deseables o necesarios. Algunos incluso pueden ser claramente amenazadores. Por eso es muy aconsejable la lectura de obras que permitan al lector formar un juicio apropiado acerca de estos avances que se nos acercan, y que lamentablemente, en ocasiones, se nos anuncian con un énfasis en el tono más parecido al de un vendedor de alfombras que al que cabe esperar del discurso científico.

Los dos libros que quiero comentar son como la cara y la cruz de todo este asunto. Se trata de dos libros escritos en colaboración por especialistas acreditados y serios, pero mientras que uno nos introduce en el tema con rigor y con cautela, el otro, salvando todo lo salvable, nos intenta vender una alfombra.

Markus Schmidt, que es quien encabeza la lista de autores del primer libro, es,

pese a su juventud, uno de los más prestigiosos analistas en cuestiones de bioseguridad y en los problemas éticos y sociales suscitados por la biología sintética (ver Nota 2). Entre sus muchas tareas, como la de asesorar en diversos comités u asociaciones científicas de todo el mundo, está la de ser investigador principal en el proyecto europeo METACODE (*Code-engineered new-to-nature microbial cell factories for novel and safety-enhanced bio-production*) y en el proyecto ST-FLOW on standardization in synthetic biology, dos proyectos de investigación que se cuentan entre los más ambiciosos desarrollados actualmente en la Unión Europea.

El libro que coordina es una recopilación de nueve trabajos acerca de diversos aspectos sociales y éticos de la biología sintética expresamente escritos para este volumen por especialistas de varios países, entre ellos algunos españoles. Como no podemos aquí dar cumplida cuenta de todos, resumiré muy brevemente su contenido. El capítulo 1 es una somera presentación del libro. El capítulo 2, escrito por Luis Campos, del Departamento de Historia de la Universidad de Drew, en Madison, es un breve pero suculento recorrido por los precedentes históricos de la biología sintética a lo largo del siglo XX, desde que en 1912 fuera acuñado el término por el médico francés Stéphane Leduc hasta los primeros congresos internacionales sobre la materia, celebrados en 2004 (en el MIT), en 2006 (en la Universidad de California en Berkeley), en 2007 (en el ETH de Zurich) y en 2008 (en la Universidad de Hong Kong) —los siguientes, por cierto, no recogidos en el texto por razones obvias, han sido en 2011 en la Universidad de Stanford y en 2013 en el Imperial College de Londres—. Es de interés la atención que en este capítulo se presta a las relaciones entre la biología sintética y la ingeniería genética. El capítulo 3, de Carolyn Lam y otros, es una introducción a los temas centrales de la biología sintética, fundamentalmente los circuitos de ADN, las rutas metabólicas sintéticas, las protocélulas, los genomas mínimos, los componentes no naturales (códigos genéticos y proteínas ortogonales con las naturales) y consorcios microbianos sintéticos. El capítulo 4 versa sobre el diseño computacional en biología sintética. El 5, de Anna Deplazes y otros, es una excelente presentación de los problemas éticos fundamentales que suscita el desarrollo de la biología sintética, problemas que en muchos casos coinciden con los que ya vienen siendo debatidos en relación con la ingeniería genética, pero en otros casos, como en la posibilidad del desdibujamiento de las fronteras entre lo viviente y lo no-viviente, y en la de la conversión del científico en "creador" de vida, pueden ser de nuevo cuño. El capítulo 6 está escrito por el propio Markus Schmidt y se detiene en el asunto en el que él es un reconocido experto: la bioseguridad (*biosafety*). En este punto, la lengua inglesa permite hacer una distinción, que la lengua española no recoge, entre 'biosafety' y 'biosecurity'. Sugiero, de modo meramente tentativo, que una manera de marcar en nuestro idioma esta distinción podría ser traduciendo estos



términos por 'biocautión' (o 'biocautela', si es que no gusta ese neologismo) y 'bioseguridad' respectivamente. La *biosafety* consiste en prevenir consecuencias no intencionadas de las entidades o procesos creados por la biotecnología, mientras que la *biosecurity* consiste en la prevención del mal uso intencional de esos productos. Un problema de *biosafety* o biocautión, además del de cómo prevenir la aparición de propiedades emergentes o de efectos colaterales, sería el de cómo dotar a los organismos vivos creados artificialmente de mecanismos que aseguren su inocuidad para los organismos naturales (por ejemplo, mediante rutas metabólicas dependientes de sustancias no accesibles en la naturaleza o mediante el uso de códigos genéticos ortogonales al existente). Un problema de *biosecurity*, en cambio, sería el de cómo controlar las investigaciones de modo que no pueda hacerse un uso perverso de ellas, como, por ejemplo, su utilización por parte de terroristas, o simplemente por parte de *biohackers* lunáticos con un laboratorio en su garaje. Los problemas de *biosecurity* son tratados con más detalle en el capítulo siguiente, escrito por Alexander Kelle. Para evitar en lo posible esos usos perversos o simplemente irresponsables, el artículo destaca la importancia de una educación ética dirigida a la comunidad científica, la creación de grupos de discusión, de comisiones evaluadoras y asesoras en bioseguridad y el desarrollo de regulaciones nacionales e internacionales. Es decir, se propone una combinación de medidas de autocontrol y medidas de control externo de la investigación. El capítulo 8 se dedica a cuestiones de propiedad intelectual y de patentes en la biología sintética. El capítulo 9 vuelve sobre los problemas de bioseguridad, comparándolos con los que suscita la nanotecnología. El capítulo 10 trata sobre el papel de las organizaciones de la sociedad civil en los debates sobre la biología sintética y su función de intermediarias entre las instituciones científicas y gubernamentales, por un lado, y el gran público, por el otro. Finalmente, el capítulo 11, redactado también por Kelle, incluye un resumen y conclusiones.

El libro de Georg Church y Ed Regis –hay que admitirlo– es mucho más ameno y sugerente que el que acabamos de comentar. De hecho, creo que merece ser traducido al español porque a buen seguro puede venderse con éxito como un buen libro de alta divulgación. Es una introducción a la biología sintética escrita por un Catedrático de genética de Harvard (Church) y un exitoso autor de libros de divulgación biológica (Regis). Sin embargo, pese a esta virtudes (o precisamente por ellas), no creo que su contenido haga mucho por fomentar el aprecio

de la biología sintética entre los lectores. El libro presenta algunos de los avances más sorprendentes de la biología sintética estableciendo un cierto paralelismo entre cada uno de ellos y las etapas fundamentales de la evolución de la vida en nuestro planeta, desde su origen hace unos tres mil ochocientos millones de años. Las descripciones de los logros tecnológicos de la biotecnología son claras y oportunas, y las anécdotas y descripciones históricas que las rodean ciertamente atrapan al lector. Mi favorito es el capítulo 4, en el que se explica cómo poner a *E. coli* a fabricar petróleo. No obstante, ya desde las primeras páginas encontramos por aquí y por allá un cierto ruido de fanfarria científica, por no decir visionaria, y una alegre despreocupación del análisis de las consecuencias reales de las quimeras que se ensalzan; algo que desafortunadamente nos acompañará durante todo el libro. En la página 8 se nos dice, por ejemplo: “[E]stas tecnologías tienen el poder de mejorar la salud de los seres humanos y de los animales, aumentar la duración de nuestra vida, incrementar nuestra inteligencia y mejorar nuestra memoria, entre otras cosas”. Muy interesante, sin duda, pero buena parte de eso, por ahora no son más que promesas, no hechos. Y son promesas muy alejadas del estudio de los genomas mínimos, o del diseño de circuitos de ADN, o del diseño de protocélulas, que son preocupaciones mucho más cotidianas de los biólogos sintéticos (ver Nota 3). Unas líneas después se nos pide que consideremos la posibilidad “modesta” de hacer a los seres humanos inmunes a todos los virus, “los conocidos y los desconocidos, los naturales y los artificiales”. ¿Saben cómo? Se nos explica en el capítulo 1: cambiando la quiralidad de todas nuestras moléculas susceptibles de tal cambio, especialmente aminoácidos y ADN. Claro que entonces nuestras enzimas no serían capaces de digerir los nutrientes naturales. Pero no vamos a dejar que los pequeños detalles nos paralicen. Church y Regis proponen que produzcamos también de forma masiva nuestros alimentos con moléculas de quiralidad opuesta a la habitual. Aunque, a fuer de sinceros, entre paréntesis reconocen que puede ser que todas estas pequeñas molestias no sirvan para nada porque un *biohacker* muy bien podría producir en su laboratorio casero virus hechos de moléculas especulares.

Más adelante, en el capítulo 6, el libro nos proporciona una nueva subida de adrenalina: se nos plantea la posibilidad de resucitar especies extintas del Pleistoceno, como un mamut o... ¡un neandertal! ¿Por qué hacer tal cosa? Bueno, al parecer los mamuts “están casi pidiendo a gritos una resurrección” (p. 137) y los neandertales deben haber soli-

citado turno. Resucitar a un mamut, nos dicen los autores, aumentaría la biodiversidad (suplico que por que no veríamos obligados a resucitar también muchos componentes esenciales de su ecosistema), y resucitar a un neandertal nos ayudaría a saber más cosas acerca de nuestra mente, dado que podríamos compararla con la suya, y además podríamos beneficiarnos de tomar cosas prestadas de su sistema inmunológico. ¿Hace falta algún comentario? Sólo dos interrogantes por mi parte (y eso dejándonos llevar por lo que no es sino ciencia-ficción): ¿Se han preguntado nuestros autores si es legítimo utilizar como un mero instrumento de investigación a un miembro del género *Homo*? ¿Se han preocupado lo más mínimo por el modo en que se sentiría un ser así viviendo entre nosotros? La respuesta en ambos casos es ‘no’. Lo más parecido a una justificación ética de este frankensteiniano empeño se nos da en la página 143. Se trata de un argumento que, pese a su manifiesta insolencia, es muy repetido por los tecno-entusiastas de todo signo. Con todo ello –se aduce– no haríamos más que lo que ya hacen los pájaros al construir sus nidos, o los castores al construir sus presas, o las abejas al construir sus colmenas: “reconstruir el mundo de acuerdo con [nuestras] necesidades y deseos”.

El colofón digno del recorrido realizado lo pone un “epílogo epigenético” dedicado fundamentalmente al tema del transhumanismo, esto es, al movimiento filosófico-científico que reivindica la manipulación de nuestro genoma encaminada a un mejoramiento constante de nuestra especie, hasta dar lugar finalmente a una nueva especie posthumana, un anhelado *Homo excelsior*, que nos sustituirá como dominadores de este planeta. Después de avisarnos de que no tiene sentido prohibir nada de esto, porque frente al desarrollo tecnológico las prohibiciones son contraproducentes y nunca han funcionado (afirmación ésta que, digan lo que digan, es susceptible de muchas matizaciones desde un punto de vista histórico), nos proporcionan lo que ellos creen que es un pequeño respiro: “Incluso si no puede conocerse de antemano el ritmo de crecimiento del progreso tecnológico, incluyendo la tecnología genómica y la marcha hacia el transhumanismo, este progreso está al menos bajo el control humano. Y esto debería ser un pensamiento reconfortante” (p. 242). ¿Seguro? A mí, personalmente, no me parece nada reconfortante, sobre todo si el control estuviera en manos así.

NOTAS: (1) Viguera, E., “Biología Sintética: un nuevo desafío”, *Encuentros en la Biología*, 100, enero de 2005, pp. 27-28 (<http://www.encuentros.uma.es/encuentros100/sintetica.htm>); Muñoz-Chápuli, R. “¿Ha creado Craig Venter vida en el laboratorio?”, *Encuentros en la Biología*, 130, septiembre-octubre 2010, pp. 52-53 (<http://www.encuentros.uma.es/encuentros130/CraigVenter.pdf>).

(2) Recientemente ha coordinado un segundo libro sobre este asunto: Schmidt M. (ed.) 2012, *Synthetic Biology: Industrial and Environmental Applications*. Wiley-VCH.

(3) Si se quiere consultar una introducción más técnica (aunque clara) a los trabajos reales en biología sintética, yo recomendaría la lectura del libro de Geoff Baldwin et al., *Synthetic Biology. A Primer*, London: Imperial College Press, 2012.