



Biología sintética: en la intersección entre sociedad y naturaleza

José A. Zamora

Dpto. de Filosofía Teórica y Filosofía Práctica
 Instituto de Filosofía - Consejo Superior de Investigaciones Científicas
 C/Albasanz, 26-28. Madrid 28037
ioseantonio.zamora@cchs.csic.es

“Por medio de la biología sintética el trato humano con la naturaleza se desplaza del paradigma de la manipulación al de la creación”

(Boldt *et al.* 2009)

17

La biología sintética persigue un doble objetivo: “crear” vida artificial y posibilitar su explotación industrial. Dentro de las ciencias de la vida la biología sintética se distingue por una decidida pretensión ingenieril, es decir, por la prioridad que da a la construcción de entidades biológicas, a poner bajo control los fenómenos biológicos o producirlos más que —o tanto como— a comprenderlos. Lo que diferencia a la biología sintética de la ingeniería genética convencional es que no trata solo de leer y analizar ADN o de aislar genes que se dan en la naturaleza y montarlos en organismos ya existentes, sino de “escribir” otros completamente nuevos y de “imprimirlos” o sintetizarlos a continuación. Así pues, no busca sólo adaptar o modificar sistemas biológicos existentes, sino diseñar, modelizar y construir nuevos sistemas biológicos. De esta manera ha de ser posible re-sintetizar genes naturales y producir nuevos genes, nuevas enzimas o incluso formas de vida con capacidad de autorreproducirse de las que no existen formas semejantes en la actual biodiversidad.

Estos planteamientos científico-tecnológicos van de la mano del otro gran objetivo de la biología sintética: patentar y explotar industrialmente la vida. Sus promotores prometen un sinfín de posibles aplicaciones comerciales en la medicina, la bioquímica, la producción de energía, la agricultura y la fabricación de armas biológicas. Muchas de ellas son sólo promesas, pero en otras se han dado ya pasos importantes hacia su realización. Sobre todo la síntesis de genes y la producción de enzimas ya han alcanzado el estadio de una aplicación comercial. En el 2010 John Craig Venter daba a conocer en la revista *Science* el logro de una célula artificial generada por completo a partir de elementos inertes, en realidad un híbrido con la estructura natural de una bacteria viva y el material genético artificial. Más allá de estas noticias espectaculares, los principales trabajos de la biología sintética se centran en la optimización de los procesos que permitan reforzar la discutida tesis de la biología molecular sobre el flujo unidireccional de información entre el ADN, ARN y la síntesis de proteínas a través de la transcripción y la traducción; el control y la regulación de la transcripción y la traducción; la construcción y la reconstrucción de los procesos de intercambios de señales entre organismos y entorno; bio-sistemas ortogonales, etc.

* * *

No cabe duda de que el desarrollo de las ciencias de la vida va de la mano de nuevas formas de apropiación y aprovechamiento económicos de materiales orgánicos y de seres vivos. Aunque existen evidentes diferencias entre las múltiples prácticas y procesos involucrados en planos sociales diversos y que, por tanto, actores, procesos y prácticas no pueden ser reducidos a una lógica unidimensional que subsuma todos los ámbitos y objetos, se trata por lo general de procesos y prácticas orientados a la mercantilización y la producción de valor. De ahí la importancia que adquiere la capacidad de aislar los objetos, los procedimientos y los instrumentales patentables para asegurar el título de propiedad y para que puedan circular como mercancías, así como la capacidad de asegurar su inserción eficaz y segura en procesos productivos de toda índole. Los procesos de cosificación y valorización de los bio-objetos se condicionan mutuamente.

Aunque esto no representa una completa novedad en sí mismo, una de las cuestiones más relevantes que plantea esta evolución se refiere a la correcta interpretación del vínculo cada vez más evidente entre las ciencias de la vida y las biotecnologías, por un lado, y la fase actual del sistema económico, por otro. Quienes hablan de *biocapitalismo* parten de una constitución recíproca de “lo científico” y “lo social” que permitiría analizar la “coproducción” de las ciencias de la vida y el sistema económico-político (Sunder Rajan 2006). Dentro del ámbito al que nos estamos refiriendo, estaríamos asistiendo desde finales de los años 1970 y comienzos de los años 1980 a una coproducción de nuevas disciplinas científicas, innovaciones tecnológicas y transformaciones del marco jurídico y de las estructuras del mercado, dentro de la cual se habrían organizado las tecnociencias. Dos hitos sobresalientes de este proceso serían la tecnología del ADN recombinante y la biología sintética. Ambas han impreso a las ciencias de la vida un marcado carácter tecnológico y constituyen la base de la nueva industria biotecnológica. Sunder Rajan sostiene que las ciencias de la vida están “sobredeterminadas” por el capitalismo en su fase actual. Con ello no pretende afirmar que este sistema conduzca de manera directa hacia desarrollos científicos específicos, pero sí que ejerce un influjo de incomparable poder “sobre las condiciones bajo las que se forman determinados tipos de ciencia” (Sunder Rajan 2006). Si es que alguna vez la comunidad científica se orientó por el *ethos* científico y las cuatro normas definidas por Robert K. Merton —acceso general a la información, universalismo, desinterés y escepticismo organizado—, para lo que hay dudas más que razonables, parece un hecho incontestable que la imbricación de las ciencias de la vida con el “bio-capital” ha desencadenado unas transformaciones epistémicas de las que es preciso dar cuenta.

La polémica está servida. Mientras una parte de los investigadores denuncia como inservible la vieja diferenciación entre ciencia “pura” y ciencia “aplicada”, otra parte de la comunidad científica critica la concentración cada vez mayor de la investigación en la producción de valor orientada al mercado dentro de un ámbito académico sostenido en buena medida con fondos públicos. ¿Estamos entrando en la era de una tecnociencia postacadémica o se trata, como en muchos otros ámbitos, de una transferencia a la economía privada de recursos públicos y de saberes producidos con esos recursos? En todo caso, lo que nadie parece dudar es que las expectativas sociales dirigidas a la investigación apuntan no tanto a la búsqueda de la verdad por una ciencia incontaminada por intereses, cuanto a la solución de problemas urgentes, desde la producción y almacenamiento de energía hasta las innovaciones para un desarrollo económico sostenible, pasando por nuevas terapias contra el cáncer o el alzhéimer. Esto ha producido un desplazamiento del interés social y la financiación pública y privada hacia la nanotecnología, la ingeniería genética, la investigación biomédica y la biología sintética. Precisamente en todas ellas asistimos al cuestionamiento de la división tradicional de papeles entre la ciencia y la aplicación tecnológica. La relación entre ciencia y técnica se ve ahora de manera más compleja. Ya no vale el viejo, y quizás irreal, esquema que partía de un conocimiento desinteresado la naturaleza que posteriormente era utilizado para su control y dominio en provecho de la sociedad. Muchos de los problemas a los que hoy se enfrenta la investigación, desde la utilización de energías renovables al calentamiento global, pasando por la toxicología con nanopartículas, son ya resultado de la interacción compleja entre factores sociales, técnicos y “naturales” (Nordmann *et al.* 2011).

Sin embargo, coincidir en el diagnóstico de una profunda transformación metodológica e institucional de la ciencia no significa que exista una coincidencia en la valoración de la misma. La imbricación de la industria, la universidad y el Estado en el giro hacia una *ciencia empresarial* puede ser celebrada como cambio epocal (Etzkowitz 2003) o percibida como la amenaza de una imposición a la ciencia de la visión neoliberal que puede terminar sacrificando la orientación al bien común por la orientación al beneficio particular, el planteamiento universalista por los intereses privados, el desinterés por el servicio al poder o el espíritu crítico por el dominio de los expertos (Ziman 2000). Pero la cuestión no es sólo si se ha pasado de un modo de investigación que afronta las cuestiones planteadas por el desarrollo endógeno del conocimiento científico a un modo de investigación que responde a problemas sociales, industriales o médicos; tampoco si la intervención, la modificación y la recreación —ciencia fáustica— son las que marcan el paso a la comprensión de lo que ya somos capaces de hacer —ciencia prometeica— (A. Moya 2011); la cuestión es además de qué manera afecta esta configuración ingenieril de la ciencia (Galison 2006), cada vez más empresarizada, a la producción misma de saber y si esa forma de producción de saber científico está a la altura de la complejidad del mundo real y de las incertidumbres incancelables que le son propias, lo que también debería incluir los efectos frecuentemente no pretendidos e impredecibles de la intervención tecnocientífica.

* * *

Uno de los aspectos en los que esa transformación se hace más patente es la conversión de la biología en una ciencia de la información. Según J. Craig Venter, con la biología sintética habríamos entrado en la “era digital de la biología” (2014). La vida es “un sistema de información” (Craig Venter 2014). Esta definición, que puede parecer una cuestión puramente teórica, tiene múltiples implicaciones. En esa conversión confluyen aspectos epistémicos y sociales de manera indisoluble. La separación de las informaciones del material vivo del que proceden (ADN, proteínas, células y tejidos) permite una forma específica de valorización mercantil y tiende a convertir el material biológico en mero sustrato de los experimentos con los que confirmar esas informaciones: “El ADN es el software de la vida, y cuando cambiamos el software, cambiamos la especie y con ello el hardware de la célula” (Craig Venter 2014). Lo que se está anunciando en esta sencilla formulación es una pretensión de propiedad sobre la vida material a partir de la propiedad de la información cuando esa información es “inventada” o “recreada” por el investigador. En la bioeconomía la producción de valor posee un carácter específico que depende la propiedad intelectual sobre las informaciones genéticas y su circulación, pero la pretensión de asegurar dicha propiedad transforma nuestra comprensión de lo viviente y nuestra relación con la vida. La concepción de la vida como información se corresponde con su reducción a máquina (ibíd., 32); Venter habla de máquinas moleculares que se pueden representar como pequeños robots (ibíd., 52). En definitiva la imagen de la vida termina respondiendo a la visión —naturalizada— de la realidad desde la lógica mercantil que preside el sistema económico: los organismos no son otra cosa más que minifábricas diseñadas para la producción de bienes y servicios, la base para un “*multibillion-dollar business*” (ibíd., 47-48).

El objeto privilegiado de esta comprensión es la célula como portadora de funciones que responden a las informaciones encerradas en el ADN. No puede extrañar que J. Craig Venter convierta a la epigenética en su enemigo declarado y la acuse de ser el último bastión del vitalismo (ibíd., 24s.). Ésta cuestiona la imagen del gen molecular —definido como un segmento de ADN claramente identificable que codifica mediante su secuencia una proteína específica— que lo convierte en el candidato ideal de una esencia biológica interpretada como fuerza causal específica, es decir, como aquello que determina las propiedades esenciales de un organismo, orientando y dirigiendo de manera causal el curso de la ontogénesis en trayectorias prefijadas mediante un “programa genético”. El descubrimiento de numerosas desviaciones de este esquema considerado como “norma” apunta a una constitutiva dependencia de la síntesis proteínica respecto al contexto y a una significación no despreciable de lo que algunos denominan “*dark matter*” —ADN que no se transcribe, considerado tradicionalmente basura— en la expresión del gen. A esto se uniría la relativización del papel funcional de los genes en el proceso de desarrollo, motivada por el importante influjo de factores epigenéticos. Los genes no son bloques de ADN intercambiables. El proyecto ENCODE del *National Human Genome Research Institute* (NHGRI) ha contribuido de manera decisiva a subrayar el hecho de que la trasposición de la información genética es en gran medida dependiente del contexto.

El esencialismo génico que informa el discurso y la metaforología de la biología sintética no sólo puede producir una imagen distorsionada de los procesos biológicos que describe, procesos no lineales, complejos e interactivos, sino que puede ser problemático desde el punto de vista social. Una redefinición de gen que no lo considere una entidad material duradera, sino más bien un proceso con existencia temporal, relativizaría las pretensiones de control y dominio que dan soporte a la atribución de valor mercantil a determinados hallazgos. Con esto no se trataría de restaurar oscuridades metafísicas o religiosas —socorrido enemigo de paja de ciertos biólogos sintéticos—, sino de buscar razones científicas para una protección frente a la completa disponibilidad e instrumentalización de la vida en las “economías de la vida” y en su forma propia de creación de valor (Gehring 2006), es decir, de la defensa de la dinámica natural de los procesos evolutivos y la capacidad funcional de los ecosistemas, pues los riesgos ecológicos de los organismos sintéticos no son calculables sólo a partir de sus propiedades técnicas específicas. Un cálculo de riesgos basado en un procedimiento que analiza *caso por caso*, pero que no cuestiona las consecuencias sistémicas a largo plazo para la evolución y la biodiversidad, resulta claramente insuficiente. Esto precisamente es lo que pretende evitar la movilización de un concepto como el de *integridad ecológica*: “la capacidad de un ecosistema de continuar sin menoscabo su camino natural de evolución, su transición normal a través del tiempo y su gradual recuperación de las perturbaciones” (Pimentel et al. 2000). Se trataría de proteger la compleja red de relaciones e interdependencias entre los diferentes seres vivos en la naturaleza y el medio ambiente. Es decir, no se trataría ni de la imposible empresa de congelar un statu quo natural ni de fatigar en exceso la dinámica propia de los ecosistemas por medio de intervenciones aceleradas, cuya velocidad depende más de los imperativos temporales del sistema económico que de los ritmos biológicos. Es evidente que revertir los efectos devastadores de intervenciones destructivas exige intervenir. En este sentido, quizás sea más adecuado hablar de *integridad evolutiva* (Breckling 2009), que al mismo tiempo que subraya el carácter procesual y dinámico, no estático, exige una intervención en un sentido biomimético, es decir, una transformación de los sistemas humanos y sociales para que encajen de la manera más armoniosa posible en los sistemas naturales (Riechmann 2014).

En la medida en que la biología sintética contribuya a retardar esa transformación reforzando la idea de que posee “remedios” que no exigen un replanteamiento de los metabolismos lineales exacerbados por la industrialización capitalista, estará convirtiéndose queriéndolo o no en un instrumento sumamente eficaz de negacionismo ecológico, incluso allí donde dice enfrentar la crisis energética y del medio ambiente. Si los aliados estratégicos de la biología sintética son las industrias química, farmacéutica, agraria, alimenticia y energética, que siguen dominadas en buena medida por dinámicas de monopolización, ganancias a corto plazo y desprecio del principio de precaución, ¿qué nos permite esperar de la nueva alianza resultados diferentes a los cosechados hasta ahora? El vínculo actual entre las empresas biotecnológicas, los fondos de capital riesgo y la “economía política de la esperanza” (Rose y Novas 2005) impulsada por los discursos publicitarios y visionarios de la biología sintética no parece dar motivos para un replanteamiento. Quizás haya que preguntarse más bien si el juego dionisiaco con los elementos constitutivos de la vida no esconde detrás una capitulación no consciente de la “*Venture Science*” a la pretendida creatividad ilimitada del capitalismo de casino de las últimas décadas y a su optimismo tan marcado como ciego. Esto no quiere decir que estemos ante una ofensiva del capital sobre un nuevo ámbito de las ciencias de la vida, sino ante una imbricación de lo económico y lo epistémico que concede al bio-capital una nueva dimensión, esto es, ante una co-constitución en la que lo biológico se convierte en una serie de procesos reconfigurables o recanalizables con objetivos económicos.

20 La pretensión de reducir la vida a funciones básicas asociadas a componentes elementales presenta una congruencia llamativa con el objetivo de eliminar toda barrera a su completa explotación industrial y económica. El sistema económico capitalista también pone el acento en la mejora de la eficacia y el rendimiento de procesos fragmentarios y aislados cuya racionalización responde a un supuesto funcional y confía en que el uso racional en términos de coste/beneficio de los procesos fragmentarios produzca un equilibrio y buen funcionamiento de grandes unidades o del todo social sin necesidad de planificación global. La planificación rigurosa y concienzuda se limita a elementos, procesos, factores, etc., siempre delimitados y fragmentarios, lo que supone frecuentemente una pérdida de complejidad en favor de una exactitud parcial. Los modelos que intentan extrapolar los efectos de la conjunción de las decisiones parciales a conjuntos más amplios y mejorar el valor predictivo de las afirmaciones globales manifiestan debilidades evidentes. Tanto en la biología como en la economía estos planteamientos poseen más el estatuto de creencias religiosas que el de teorías científicas. Mediante el uso de la metáfora de la abeja, Yann Moulier Boutang (2012) ha advertido de la simplificación que supone contabilizar como riqueza sólo la producción en términos de *input* y *output*, sin incluir sus costes medioambientales o sociales ni las pérdidas irreparables para las generaciones futuras. La simplificación a la que alude su metáfora sería poner el acento en la producción de miel y cera, dejando de lado la polinización, es decir, aquello que permite la reproducción vegetal y animal, y con ello también la supervivencia de la biosfera del planeta, la interacción y el vínculo social. Quizás esta metáfora merezca ser repensada en relación con las biotecnologías.

Bibliografía citada:

- Boldt, J., Müller, O. & Maio, G. (2009): *Synthetische Biologie. Eine ethisch-philosophische Analyse. Beiträge zur Ethik und Biotechnologie 5*, Eidgenössische Ethikkommission für die Biotechnologie, Bern: BBL.
- Breckling, B. (2008): Evolutionary integrity – an issue to be considered in the long-term and large-scale assessment of genetically modified organisms, en: Breckling, B., Reuter, H. & Verhoeven, R. (2008) *Implications of GM-Crop Cultivation at Large Spatial Scales*. Frankfurt a.M.: Peter Lang, 169-176.
- Craig Venter, J. (2014): *Life at the speed of light. From the double helix to the dawn of digital life*. London: Abacus.
- Etzkowitz, H. (2003): Innovation in Innovation: The Triple Helix of University-Industry-Government Relations, in: *Social Science Information* 42, 293-337.
- Gehring, Petra (2006): *Was ist Biomacht? Vom zweifelhaften Mehrwert des Lebens*. Frankfurt a.M.: Campus.
- Moya, A. (2011): *Naturaleza y futuro del hombre*. Madrid: Síntesis.
- Moulier Bountang, Y. (2012): *La abeja y el economista*. Madrid: Traficantes de Sueños.
- Nordmann, A., Radder, H., Schiemann, G. (2011): Science after the End of Science? An Introduction to the “Epochal Break Thesis”, en Id. (eds.): *Science Transformed? Debating Claims of an Epochal Break*. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 1-15.
- Pimentel, D., Westra, L. & Noss, R. F., (eds.) (2000): *Ecological Integrity. Integrating Environment, Conservation, and Health*, Washington, D.C.: Island Press.
- Riechmann, J. (2014): *Un buen encaje en los ecosistemas (segunda edición actualizada de Biomímesis)*. Madrid: Los Libros de la Catarata.
- Rose, N. & Novas, C. (2005): Biological citizenship, en A. Ong – St. Collier (eds.): *Global Assemblages: Technology, Politics, and Ethics as Anthropological Problems*. Malden: Blackwell, 439-463.
- Sunder Rajan, K. (2006): *Biocapital: The Constitution of Postgenomic Life*. Durham, NC: Duke University Press.
- Ziman, J. (2000): *Real Science: What It Is, and What It Means*. Cambridge: Cambridge University Press.

