

Plantas luminiscentes y máquinas vivas. Hacia una crítica de la biología sintética*

Glowing Plants and Living Machines. Towards a Critique of Synthetic Biology

MARTIN MÜLLER

Universidad Humboldt de Berlín

RESUMEN. Este artículo aborda críticamente 1) los aspectos específicamente tecnocientíficos de la biología sintética, 2) la función de las promesas biotécnicas y biopolíticas de perfectibilidad de la «vida en sí»¹, y 3) el problemático concepto de «biología digital». La biología sintética rechaza la idea de una naturaleza dada: la «vida en sí» se define como un ámbito de potencialidades, con materiales adaptables y estructuras flexibles que pueden utilizarse para rediseñar y «perfeccionar» la naturaleza. Los bioingenieros dicen crear organismos vivos desde cero, utilizando componentes genéticamente estandarizados y diseños informáticos: estas «máquinas vivas», que no existen en la naturaleza, están supuestamente al servicio de fines humanos. Yendo más allá del actual (y limitado) estado de las investigaciones, algunas voces dentro de la biología sintética hacen declaraciones osadas sobre escenarios socio-técnicos, objetos imaginarios y experimentos biotecnológicos para el futuro. Éstos no se desarrollarían tras las puertas de los laboratorios, sino más bien en el seno de la sociedad. Con sus visiones, los biólogos sintéticos se están transformando en los ingenieros de las sociedades del futuro. La biología

ABSTRACT. This article critically engages with 1) synthetic biologists' technoscientific specific, 2) the role of biotechnical and biopolitical promises of perfectibility of 'life itself', and 3) the problematic notion of 'digital biology'. Synthetic biology dismisses the idea of an already given nature: 'life itself' is conceptualized as a field of potentialities, with adaptable materials and flexible structures that can be used for re-engineering to 'perfect' nature. Bioengineers claim to create new living organisms from scratch, using genetically standardized parts and computer-based design: 'Living machines' which do not exist in nature are supposed to serve human purposes. Beyond its actual (and limited) state of research, some voices of synthetic biology offer bold claims of socio-technical scenarios, imagined objects, and future biotechnical experiments, which take place in society rather than behind laboratory doors. With their visions, synthetic biologists are becoming engineers of future societies. Synthetic biology develops a 'biotechnologization of collective fu-

* Traducción del inglés de Adrián Almazán Gómez.

¹ Se traduce aquí el término 'life itself', N.d.T.

sintética, por tanto, promueve una «biotecnologización del futuro colectivo», además de formar parte de una «economía de la promesa» tecnocientífica que aspira a colonizar el futuro -lo que nos obliga a repensar la cuestión foucaultiana de la biopolítica. Para la promesa de una «biología digital», lanzada por la biología sintética, es vital la existencia de imaginarios centrados en el código, biocibernéticos e incluso transhumanistas. Éstos impulsan perspectivas que entienden la «vida y la naturaleza» como un ámbito de riquezas potenciales, incluso ilimitadas, que pueden programarse y producirse mediante procedimientos informáticos: «escribir» el código de la vida.

Palabras clave: Teoría de la tecnociencia; Giro del diseño; Biopolítica; «Vida» como código; Promesas de una biología digital; Diseño; Teoría de los medios de comunicación.

tures' and it is part of a technoscientific 'promise-economy' that aims on colonizing the future - which demands to rethink Foucaults the question of biopolitics. Crucial for synthetic biologists' promise of 'digital biology' are script-centered, bio-cybernetic, and even transhumanist figures of thought that fuel new visions of 'life and nature' as a field of potentials and even limitless treasures that can be programmed and produced by computational procedures: 'writing' the code of life.

Key words: Theory of Technoscience; Design Turn; Biopolitics; „Life“ as Code; Promises of Digital Biology; Engineerin; Mediatheory.

1. INTRODUCCIÓN

En una rueda de prensa celebrada en mayo de 2010, Craig Venter y sus colaboradores presentaron «la primera célula sintética, una célula hecha a partir de un código digital informatizado que construye el cromosoma [...] Por tanto, ésta es la primera especie autorreplicante en nuestro planeta cuyo padre es un ordenador» (2010). Venter afirmó haber aportado una «prueba fundamental» de que, en su opinión, es técnicamente posible crear vida a partir de sustancias inorgánicas. También sostuvo que con su descubrimiento el vitalismo quedaba desmentido. Como consecuencia, la idea de una «biología sintética» adquirió un amplio reconocimiento en el ámbito científico, público e industrial. Además, los legisladores comenzaron a debatir sobre su importancia en tanto que biotecnología emergente y problemática.

La biología sintética contemporánea es un campo de investigación joven. Bajo esta etiqueta se cobijan diversas iniciativas, institutos, laboratorios, becas, cátedras, publicaciones y revistas que han conseguido atraer gran cantidad de fondos tanto privados como públicos. Los intereses comunes de los actores de la biología sintética son: crear infraestructuras para sus investigaciones, trabajar en la creación de tecnologías, negociar estándares y, en último lugar, crear organismos y sistemas sintéticos. Este campo, muy heterogéneo, se está expandiendo rápidamente a nivel institucional, de ahí que solo ahora se estén discutiendo los riesgos y potenciales técnicos asociados al mismo (p.e., Schmidt 2009).

En este texto examinaré la biología sintética en calidad de fenómeno cultural, o para ser más preciso, como un fenómeno de la *cultura tecnocientífica* que emerge en las sociedades contemporáneas (Weber 2010). Cuando The Guardian preguntó a Craig Venter si su proyecto del llamado *Digital Biological Converter*, un electrodoméstico portátil que se conectaría a los ordenadores personales para sintetizar proteínas, virus o células vivas tras descargar secuencias de ADN de internet, era una propuesta seria, éste respondió:

La mía no es una mirada fantasiosa hacia el futuro, el objetivo no es simplemente imaginar estas cosas. Nosotros, los científicos, estamos haciéndolas realidad aquí y ahora. [...] Y tenemos el prototipo. (Venter en Corbyn 2013)

Si estudiamos los trabajos de George Church, Craig Venter, Drew Andy y otros², es fácil percatarse de que los biólogos sintéticos se están comprometiendo activamente con los retos del presente.³ Esta forma de concebirse está extremadamente alejada de la propia de una disciplina científica que pretendiera descubrir hechos y establecer representaciones seguras y sólidas de los fenómenos relacionados con la vida. Los bioingenieros dicen crear organismos vivos desde cero, utilizando componentes genéticamente estandarizados y diseños informáticos: estas «máquinas vivas», que no existen en la naturaleza, están supuestamente al servicio de fines humanos. Yendo más allá del actual (y limitado) estado de las investigaciones, e ignorando algunas críticas (p.e. Kwok 2010) desde su mismo campo, algunas voces dentro de la biología sintética hacen declaraciones osadas sobre escenarios socio-técnicos, objetos imaginarios y experimentos biotecnológicos para el futuro. Éstos no se desarrollarían tras las puertas de los laboratorios, sino más bien en el seno de la sociedad. Las instituciones punteras operan influidas por la idea de un futuro que está a punto de llegar. El prestigioso *Synthetic Biology Engineering Research Center (SynBERC)* llega hasta el punto de incluir en su logo la frase «construyendo el futuro con biología». En la prensa popular y científica, agentes y facultativos hablan abiertamente de «visión», «progreso», «avance» y una «nueva era de la biología», una en la que se augura que «la creación de vida» será una aplicación informática e ingenieril (p.e., Carlson 2012; Collins 2012; Venter 2013). Explica Craig Venter:

² También fuera del ámbito académico e industrial de la biología sintética gente como los «biopunks» y los «biólogos-hazlo-tú-mismo» están comprometidos activamente con los desafíos socio-técnicos del presente, haciendo un llamamiento a la «democratización» de la biotecnología (Wohlsen 2011, p. 8).

³ El campo académico de la biología sintética es heterogéneo y polifacético. Sin duda hay investigadores que no están interesados en comprometerse con los desafíos del presente y cuyos enfoques no son «puramente» tecnocientíficos.

Hemos entrado en lo que yo llamo «la era digital de la biología», en la que las esferas anteriormente separadas de los códigos informáticos y los que programan la vida están comenzando a fusionarse, en la que surgen nuevas sinergias que llevarán a la evolución por caminos radicalmente novedosos. (ibid, p. 1)

Este artículo aborda tres cuestiones entrelazadas entre sí en la discusión de las dimensiones sociales y filosóficas de la biología sintética: la cultura epistémica, el papel de las promesas, y la «cuestión de lo digital». En la primera parte analizaré la cultura epistémica de la biología sintética, caracterizando para ello algunos de sus aspectos *específicamente tecnocientíficos*. En la segunda, discutiré y analizaré críticamente su propuesta centrada en el futuro y la producción de promesas en el interior del discurso científico y popular. Será en ese punto en el que caracterizaré la (auto)representación de los protagonistas de la biología sintética y su construcción de futuros sociotécnicos. La tercera parte trata de abrir un nuevo campo para la investigación crítica de la dimensión biopolítica de la biología sintética a través de la problematización del papel ambivalente de las tecnologías informáticas y de la información («biología digital») en el diseño y la materialización de entidades y sistemas vivos. Como marco metodológico y teórico utilizaré una unión laxa de pensamiento discursivo analítico, enfoques de la teoría cultural y de los medios de comunicación e historia y filosofía de la tecnociencia. Por lo tanto mi enfoque será más analítico e histórico que empírico (Bublitz et al. 1999).

2. LA BIOLOGÍA SINTÉTICA COMO TECNOCIENCIA

Sin duda la biología sintética puede ser considerada una tecnociencia.⁴ Por tanto, empezaré este capítulo recorriendo brevemente dicho concepto a la par que subrayando algunas de las características de la tecnociencia que pueden esclarecer esta conexión.⁵ El término tecnociencia ha adquirido una increíble importancia desde mediados de los años 80 (Kastenhofer y Schwarz 2011). El término compuesto tecnociencia puede inspirar algunas imágenes: la conjunción de ciencia y tecnología, o quizá la ciencia incorporándose por completo al ámbito de la tecnología. Sin embargo, académicos importantes de ámbitos

⁴ La biología sintética es habitualmente considerada una tecnociencia, pero por desgracia se ha hecho poco trabajo teórico encaminado a verificar esa suposición. Un ejemplo sería Schmidt et al. 2009, donde el término tecnociencia se menciona una sola vez y cuyo significado ni tan siquiera se especifica.

⁵ Me gustaría agradecer cordialmente a Bernadette Bensaude Vincent, quien me presentó la dimensión tecnocientífica de la biología sintética. Mi artículo está ampliamente basado en su exhaustivo trabajo y sus intervenciones críticas en torno al discurso de la biología sintética.

como los estudios en ciencia y tecnología, la filosofía de la ciencia o los estudios feministas han rechazado dichas definiciones. Desde su punto de vista los procesos que han tenido lugar han sido más complejos: las ciencias modernas se han transformado en lo referente a la epistemología, las prácticas, los objetos, el vocabulario y el papel del compromiso público (Haraway 1997; Weber 2003). El resultado de ello es una nueva forma de investigar en la que la «imponente narrativa» de la ciencia moderna deja atrás los hechos, la verdad y la representación de la naturaleza en pro del diseño técnico, el carácter híbrido y la resolución de problemas pasa de la escala nano a la global (Weber 2003). Algunos filósofos, entre los que se incluye Alfred Nordmann, niegan la existencia de un cambio de época (Nordmann, Radder, Schiemann 2011) al afirmar que la diferencia entre ciencia y tecnociencia reside más bien en sus focos de atención: una ciencia moderna como la biología evolutiva se centra en analizar y describir unas leyes de la naturaleza que existen previamente, en cambio una tecnociencia como la biología sintética se centra sobre todo en rediseñar las entidades y sistemas «naturales». Para esclarecer este viraje es importante repasar nuestras nociones de ciencia y tecnología. Lo habitual es que los científicos tengan como objetivo separar las consecuencias de sus teorías y su actividad de las entidades y fenómenos pertenecientes a una «[...] realidad dada independientemente del mundo o de la mente» (Bensaude Vicent et al. 2011, p. 368). Bernadette Bensaude Vincent y sus coautores van más allá al afirmar que el elemento constitutivo de la ciencia es la «presuposición ontológica»: que el mundo está dado y los científicos y sus sistemas experimentales pueden descubrirlo. Los hechos tienen como base la idea de una naturaleza eterna. En ese sentido:

[...] se suele asumir que el mundo está compuesto de hechos [...] – y un hecho es «que algo resulta ser», «que una cosa es esto y lo otro», «que esto ha sido observado o medido», etc. (ibid, p. 370).

En este marco se hace necesario separar la ciencia y la tecnología. El objetivo de los científicos es proporcionar un conocimiento fáctico de los fenómenos naturales que *pueda ser adaptado* por las aplicaciones tecnológicas. El objetivo de la tecnología «[...] es controlar el mundo, transformar e intervenir en el curso «natural» de los acontecimientos» (Nordmann 2006, p. 8). El fundamento constitutivo de la ciencia moderna es la separación categórica y práctica del mundo natural y el social. La ciencia pura, o ciencia básica, sigue siendo «pura» solo mientras los aspectos sociales o técnicos no contaminen los hechos. En los montajes experimentales tecnocientíficos se hace bastante complicado identificar y distinguir la contribución de un objeto natural y la contribución hu-

mana o del aparato tecnológico en el contexto del experimento (Bensaude Vincent et al. 2011, p. 368). La biología sintética -entre otros campos de investigación como la nanotecnología, la neurociencia, la robótica, los estudios climáticos, etc.- se caracteriza por su negativa a aceptar una separación previamente dada entre la naturaleza y la cultura. La investigación en biología sintética no distingue entre la descripción teórica y la intervención técnica en casos como, por ejemplo, el estudio de las funciones «naturales» de un genoma diseñado.

En un sentido más amplio, las prácticas epistemológicas tecnocientíficas tienen como objetivo apropiarse de la naturaleza y rediseñarla (Weber 2011b). El filósofo y teórico de los medios de comunicación alemán Jutta Weber afirma que:

[...] el objetivo principal de la tecnociencia ya no es describir las leyes de la naturaleza e intervenir en los procesos asociados a esta, sino más bien (re)modelar mundos nuevos e híbridos desde un enfoque constructivista. (2011a, p. 160).

La tecnociencia favorece implícitamente un concepto de tiempo diferente del de las ciencias clásicas. La ciencia clásica encarna una idea de futuro marcada por un conocimiento de la naturaleza en aumento: vamos transformando lo no conocido en conocido. En ese sentido, el mundo del futuro es la prueba de la naturaleza descrita como suma de hechos naturales. Es también por esto por lo que el concepto de descubrimiento es tan importante en la idea que la ciencia moderna se hace de sí misma. La ciencia se encarga de desentrañar, iluminar, desvelar algo que ya estaba ahí: las leyes eternas de una naturaleza previamente dada.

Los tecnocientíficos rediseñan la naturaleza usando los materiales que le son propios, pero construyen objetos nuevos mezclando diferentes elementos. Por lo tanto la tecnociencia está interesada en la potencialidad futura de la naturaleza, naturaleza que se conceptualiza como una reserva de recursos flexibles, modificables y transformables atendiendo a fines humanos; un campo de materiales, estructuras, funciones y su mediatización, apropiación y control. Desde este punto de vista «[...] la vida se está transformando en biomateria a la espera de ser diseñada» (Catts y Zurr 2014, p. 28. Ver también Bensaude Vincent 2011). El historiador de los medios de comunicación alemán Wolfgang Schäffner ha llamado la atención sobre el discurso específico que entra en juego en las declaraciones de los tecnocientíficos sobre descomponer la «naturaleza» y la «materia» en sus «elementos básicos», uniéndolos después para construir algo nuevo. Cuando los biólogos sintéticos empiezan a hablar de «ladrillos», «circuitos» y «máquinas», podría llegar a dar la impresión de que se mueven

en el mundo artificial de la arquitectura y el diseño. Schöffner sostiene que el científico como observador y analista de sistemas químicos, físicos y biológicos se transforma en el diseñador de algo que no existía anteriormente (Schöffner 2010, p. 33). Tom Knight, biólogo sintético e ingeniero informático del MIT, denomina a este proceso «la ingeniería de vida original». Ya en el inicio de su carrera describió un giro en su propio campo como una revolución en la idea de la biología como disciplina:

La biología nunca volverá a ser la misma. El notable éxito científico de la biología a la hora de describir, explicar y manipular los sistemas naturales ha llegado a ser tan ampliamente reconocido como para acabar transformado en un cliché, pero la aplicación ingenieril de todo ese conocimiento científico sólo ha dado sus primeros pasos. Del mismo modo que la ingeniería eléctrica surgió de la física y se convirtió en una disciplina separada en los albores del pasado siglo, asistimos hoy al surgimiento de una nueva disciplina ingenieril: una orientada al diseño, la modelización, la construcción, la depuración y la evaluación conscientes de sistemas vivos artificiales. (Knight 2005, p. 1)

Es habitual que en el discurso de los biólogos sintéticos el giro que ha llevado desde una ciencia centrada en la búsqueda de hechos hasta una epistemología tecnocientífica se exprese como un paso de la «lectura» a la «escritura». Los biólogos sintéticos Pengcheng Fu y Sven Panke afirman:

[...] somos capaces no sólo de «leer» el código genético para entender los sistemas vivos, sino de «escribir» el mensaje que permite la creación de nuevas formas de vida. Esto impulsa la necesidad de estructurar los últimos desarrollos que prometen revolucionar nuestra idea de biología, derribar las fronteras entre lo vivo y lo diseñado en una nueva bioingeniería hoy imprescindible y, por último, transformar nuestra relación cotidiana con el mundo de lo vivo. (2009, p. 4)

Una consecuencia de este «giro del diseño» (Schöffner 2010, p.33) es que la condición ontológica y epistemológica del objeto de estudio se pone en cuestión cuando, por ejemplo, el gen deja de entenderse como un modelo explicativo dentro del marco del descubrimiento científico (consultar también Weber 2010). Cuando conceptualizamos los genes como herramientas de construcción para el diseño se desplaza el foco de atención, éste pasa de las preguntas relativas a la explicación a la cuestión de la potencialidad inherente y la aplicación futura. Bensaude Vincent y sus co-autores afirman que:

Al convertirse en un objeto de interés tecnocientífico, un objeto cotidiano se transforma en algo nuevo o algo diferente. De hecho, su misma naturaleza cam-

bia y ya no se define por lo que es, sino más bien por el rendimiento técnico que se espera de él. Su estructura, sus características y aquellos elementos dependientes de éstas pasan a un segundo plano mientras que las funcionalidades en potencia adquiridas a través de la modelización y el diseño pasan al primero. Esta performatividad anticipatoria confiere a los objetos tecnocientíficos una condición temporal extraña. Éstos están a la vez «ya allí» y «todavía sin completar». Y así son la prueba viviente de que un proceso o un fenómeno ha quedado demostrado y, al mismo tiempo, apunta a algo que todavía no existe como tal pero que podría llegar a ser. (Bensaude Vincent et al. 2011, p. 374)

El resultado de las prácticas tecnocientíficas es el diseño y la producción de objetos que no son ni exclusivamente naturales ni puramente técnicos. La epistemología tecnocientífica niega la distinción entre naturaleza y cultura. Resulta fácil tender un puente entre lo anterior y la producción de objetos en la biología sintética si atendemos a los casos en los que los bioingenieros denominan a sus construcciones «máquinas vivas». O también cuando Craig Venter bautiza a su *Mycoplasma laboratorium* con el encantador nombre de «Synthia»⁶. Mirado de cerca cada objeto tecnocientífico es un caso único. Cada objeto reclama una investigación individual.

Los tecnocientíficos en general, y los biólogos sintéticos en particular, desean vivamente participar en las constelaciones sociales. Bensaude Vincent sostiene que los tecnocientíficos no se refugian en una «[...] esfera disciplinar de hechos protegida y aislada de los valores sociales». (Bensaude Vincent et al. 2011, p. 369). Más bien los tecnocientíficos se convierten en agentes que señalan y resuelven problemas para la sociedad. Éstos tienen una relación diferente con los asuntos públicos ya que para ellos la separación entre ciencia y sociedad -y por extensión entre el laboratorio y lo público- se ha desdibujado⁷.

El foco de atención pasa de los «asuntos de hecho» a lo que se conocen como «cuestiones de preocupación»⁸: los tecnocientíficos se dedican a problemas

⁶«Synthia» es un juego de palabras intraducible al castellano. En él se fusionan la palabra sintético (synthetic) con el nombre Cynthia, dando lugar a un término con la sonoridad y familiaridad de un nombre propio, N. d. T.

⁷ Bajo el término «biocapital» se engloban algunas críticas a la mercantilización de la biología. Se puede consultar Rose y Rose 2012, p.12: «En el proceso las ciencias de la vida se han transformado en biotecnociencias gigantescas, derribando las fronteras entre ciencia y tecnología, universidades, empresas biotech emprendedoras y las más importantes compañías farmacéuticas, también conocidas como “Big Pharma”.»

⁸ Recupero en este caso la traducción de los términos «matter of fact» y «matters of concern» realizada por Antonio Arellano Hernández en su traducción del artículo de Bruno Latour «Why has critique run out of steam? From matters of fact to matters of concern» al castellano bajo el título «¿Por qué se ha quedado la crítica sin energía? De los asuntos de hecho a las cuestiones de preocupación», Convergencia Revista de Ciencias Sociales Anno 11, Num 35 Mayo-Agosto 2004, p. 17-50. N.d.T.

complejos que no son puramente científicos, sino más bien constelaciones híbridas de lo social, lo natural, lo económico, lo jurídico, etc. con las soluciones técnicas (Latour 2008, también 2009). Según Jutta Weber:

[...] las nuevas epistemologías y ontologías tecnocientíficas, que interpretan nuestro mundo como un producto humano, podrían estimular este giro cultural. (2011a, p. 161)

En este marco el futuro sociotécnico parece abierto y exige imaginación e intervención humanas. El futuro se presta a la inventiva humana, un futuro colectivo creado a través de la construcción de objetos híbridos. En el caso de la biología sintética esto significa una interacción sin precedentes entre ciencia y sociedad: cuando las «máquinas vivas» de los biólogos sintéticos abandonan el laboratorio, ecoesferas en su totalidad se convierte en zonas experimentales.

3. PROMESAS

La bióloga e historiadora de la ciencia Donna Haraway arguye que no son sólo los ámbitos científicos los que se están convirtiendo en investigación tecnocientífica, esta transformación está afectando a la totalidad de nuestra cultura y de nuestra sociedad. Para Haraway, el giro tecnocientífico y sus efectos en la cultura occidental implican una

[...] mutación en la narrativa histórica, similar a las mutaciones que marcaron la transición entre el sentido del tiempo de las crónicas medievales europeas y las historias de salvación seculares y acumulativas de la modernidad. (1997, pp. 4-5)

Las visiones y las promesas son elementos cruciales que caracterizan a la biología sintética como tecnociencia. Las promesas de logros potenciales de la biología sintética influyen en nuestra manera de imaginar y construir futuros. Con Haraway, la tecnociencia de la biología sintética es otro ejemplo de una modalidad de salvación secular, uno en el que se entiende la salvación como la promesa y la materialización de un futuro perfecto. Para la biología sintética la naturaleza y sus fenómenos son algo así como materiales flexibles, formas maleables y ámbitos de potencialidades que pueden utilizarse para rediseñar la naturaleza y la misma materia viva.

En este tipo de discurso basado en la promesa, la frontera entre lo real y lo posible no siempre está bien definida (Bensaude Vincent 2013). Las palabras del profesor de Harvard George Church, inventor de tecnologías genéticas que

son muy utilizadas por los biólogos sintéticos, suenan a discurso futurista, además de estar relacionadas con el discurso de la ciencia ficción:

[...] nos encontramos a las puertas de ser capaces de manipular los genomas de un modo que reproduciría las distintas fases de la historia de la evolución: empezando con los organismos más sencillos y terminando con la capacidad de alterar nuestra propia dotación genética. La genómica sintética tiene el potencial de recapitular el curso natural de la evolución genómica, con la diferencia de que el desarrollo de la genómica sintética estará bajo nuestro control y debate conscientes, en vez de estar en manos de los procesos ciegos y aleatorios de la selección natural. (Church y Regis 2012, pp. 12-13)

Para aquellos lectores que todavía tengan dudas sobre si «hemos» atravesado ya esta puerta Church afirma que:

Ya estamos rehaciéndonos a nosotros mismos y a nuestro mundo, volviendo sobre los pasos de la síntesis original: rediseñando, recodificando y reiventando a la propia naturaleza en el proceso. (ibid., p. 13)

Esta cita ejemplifica cómo de intensa es la influencia de las promesas y los motivos utópicos en el discurso de la biología sintética. No es solo la competición Máquina Genéticamente Diseñada Internacional (MGDi)⁹, que premia a proyectos orientados hacia el futuro. También algunas personalidades se dedican a propagar pronósticos y relatos sobre el futuro de la «vida» y la «naturaleza» entre la comunidad científica y el público en general. En sus declaraciones se apunta a objetivos tan modestos como la fabricación fácil y barata de medicinas y materiales a partir de bacterias reprogramadas, la producción de energía limpia, la lucha contra la crisis ecológica, (Collins 2012; Highfield 2013), el desarrollo de hardware informático muy potente utilizando ADN, y una biotecnologización revolucionaria de todas las industrias (2012), la creación de nuevos genomas y especies, y el inicio de una nueva era de control humano sobre la evolución cuyo pistoletazo de salida habría sido el «diseño digital» (Venter 2013; Church y Regis 2012) y, finalmente, la posibilidad de que los humanos colonicen otros planetas con la ayuda de la biología sintética (ver Cyprien Verseux et al., en su libro).

La socióloga de la ciencia austriaca Karin Knorr Cetina trata de aproximarse a la transformación tecnocientífica de la cultura occidental reflexionando sobre las promesas de una perfectibilidad futura. Su teoría puede aplicarse a los discursos de los biólogos sintéticos que tratan de guiar la evolución a su pro-

⁹ International Genetically Engineered Machine (iGEM). N.d.T.

pia imagen y semejanza, tal y como lo hacía George Church unas líneas más arriba. Knorr Cetina sostiene que vivimos un tiempo de transición entre la cultura moderna del humanismo y la ilustración y una «cultura de la vida» posthumanista:

La ciencia biológica en sí es una fuente masiva de fantasías que alimentan una cultura de la vida y desafían al humanismo tradicional. (2005, p. 78)

El origen de esta transformación es un cambio en el interior de la configuración de la promesa científica. La «cultura del humanismo» promete libertad política y perfectibilidad social. Esta promesa se articula a través de las ciencias, en particular las ciencias sociales y las humanidades. Hay una división de la agencia entre la parte que hace la promesa (las ciencias) y la que la materializa (la sociedad). La responsabilidad de materializar la promesa cae del lado de la sociedad (ibid.).

En cualquier caso, en la naciente cultura de la tecnociencia la promesa de perfectibilidad de la sociedad se torna promesa de perfectibilidad de la vida biológica, «lo que las ciencias biológicas prometen es la perfectibilidad de la vida.» (ibid, p. 78). En esta constelación las ciencias de la vida se vuelven dignas de confianza como agente encargado de realizar promesas sobre la sociedad y el futuro. Los biólogos sintéticos articulan diferentes promesas centradas en la idea de una perfectibilidad técnica de la vida. Sin embargo, al contrario de lo que sucedía con la promesa del humanismo, Knorr Cetina afirma que en la «cultura de la vida» tanto la promesa de perfectibilidad como la responsabilidad de su materialización recaen en los tecnocientíficos. En palabras de Knorr Cetina:

el cumplimiento de la promesa y el requisito de sinceridad recaen sobre aquél que la realiza, todo lo que necesita aportar el que la recibe son necesidades plausibles. (ibid, p. 80)

No resulta complicado encontrar un ejemplo de lo anterior: los árboles luminiscentes de Cambridge, un proyecto propuesto por estudiantes de grado de la Universidad de Cambridge, UK. Su visión se centra en construir plantas que brillen en la oscuridad y que sustituyan a las farolas eléctricas. Los científicos, después de haber localizado un «problema», p.e. las farolas eléctricas no son ecológicas, proponen una «solución», p.e. «construyamos plantas que brillen en la oscuridad». La promesa y la materialización de dicha promesa-solución corren a cargo de los responsables del proyecto (Reardon 2011; Clark 2013).

La socióloga de la ciencia alemana Petra Lucht y sus coautores han hecho hincapié en esta imagen de una coproducción entre la sociedad y la tecnociencia

(2010). Sostienen que hablar sobre un futuro perfecto es una manera de producir necesidades individuales y sociales. El cumplimiento de la promesa produce el deseo de objetos y proyectos tecnocientíficos en los casos en los que los biólogos sintéticos hablan también de nuevos objetos atractivos para una cultura consumista y popular (ibid.). Las promesas llevan a la idea de que las innovaciones en biología sintética aún por llegar no tienen por qué ajustarse al marco de la sociedad actual. En vez de eso, los que prometen están delimitando un espacio y bosquejando en él un futuro biotecnológico al que la sociedad y los individuos de la actualidad tienen que adaptarse y para el que deben prepararse sin demora (ibid.). Los futuros propuestos por la biología sintética tienen un impacto implícito en los conocimientos y prácticas sociales. Resumiendo, no es que haya que adaptar la biología sintética a la sociedad contemporánea, sino que es la sociedad contemporánea la que tiene que adaptarse a un futuro trazado por los biólogos sintéticos.

En los mundos futuros prometidos por la biología sintética, las entidades sintéticas vivas habrían abandonado el laboratorio y la fábrica. Diferentes entidades híbridas habitarían nuestro mundo con el fin de desempeñar tareas útiles en situaciones cotidianas, lo que conduciría, por ejemplo, a árboles luminiscentes iluminando las calles del mañana. En este punto es importante considerar las implicaciones culturales e históricas de hacer promesas. Bernadette Bensaude Vincent sostiene -al hablar de Barbara Adam y Steve Groves- que la epistemología y las prácticas de la biología sintética están implícitamente informadas por la idea moderna del futuro como «futuro en disputa» (2013, pp. 25-26). Las promesas son dispositivos retóricos para colonizar y disputarse el futuro. Así el futuro se imagina como un espacio abierto y vacío. Es la acción la que tiene que controlar el espacio. El futuro se tiene que construir no solo mediante acciones, sino también a través de la imaginación y de objetos manufacturados. Se supone que dichos objetos habitarán en los horizontes trazados por los futuros anunciados. Desde este punto de vista el futuro es el problema, pero también una oportunidad para el mundo del presente: el futuro empieza ahora y hay que empezar a construirlo desde hoy mismo (Adam y Groves 2007, p. 14). La «economía de la promesa» de los biólogos sintéticos (Bensaude-Vincent 2013; Joly 2010; Jones 2006; Rose y Rose 2012) se podría decir que invierte en la gestión de futuros posibles a través de la fabricación de nuevos objetos y poniendo en suspenso la idea de encontrar una verdad interna de la naturaleza. Con sus visiones, los biólogos sintéticos se están transformando en ingenieros de sociedades futuras. Si la «vida» y la «naturaleza» pudieran ser programadas y controladas por el conocido como diseño biológico, el futuro (se podría afirmar) podría también ser programado y controlado por la ciencia y la ingeniería.

4. HACIA UNA CRÍTICA DE LA «BIOLOGÍA DIGITAL»

Resulta evidente que la ciencia de la información, la cibernética y la ingeniería informática juegan papeles relevantes en el variado campo de la biología sintética. Muchas partes de la investigación en biología sintética están entrelazadas con la biología de sistemas, las simulaciones informáticas y el modelado matemático de sistemas biológicos complejos (ver Fu y Panke 2009). Muchos biólogos sintéticos, como el pionero Tom Knight, inicialmente se formaron en ciencia de la información e ingeniería informática. Daisy Ginsberg, Drew Endy y sus coautores explican:

Estos autoproclamados pioneros de la ingeniería biológica aspiran a rediseñar los organismos existentes utilizando principios de ingeniería como la estandarización; algunos incluso se plantean construir entidades biológicas completamente nuevas. El punto de vista ingenieril dentro de este campo conduce a trazar paralelismos con los inicios de la tecnología informática en tanto en cuanto los investigadores reimaginan trozos del código del ADN como partes programables, análogas a los componentes del software y el hardware informáticos. (2014, p. X).

En la economía de la promesa tecnocientífica hay una serie de declaraciones problemáticas en lo relativo a la cuestión de la materialización técnica de los objetos vivos fruto del diseño. Hablando sobre biología sintética con Der Spiegel en 2013, George Church declaró lo que sigue sobre el futuro de la biología sintética:

Oh, las ciencias de la vida se asociarán con casi todo el resto de sectores productivos. Su límite no está en la agricultura y la medicina. Podemos incluso llegar a utilizar la biología de formas diferentes a aquellas fruto de su propia evolución. Por ejemplo, las moléculas de ADN se podrían utilizar como andamiajes tridimensionales para materiales inorgánicos, todo con precisión atómica. Es posible diseñar casi cualquier estructura por ordenador, luego pulsas un botón y ahí lo tienes, ADN integrado. (Church en Bethge y Grolle 2013)

¿Cuál es la raíz histórica de la conexión entre, por un lado, el éxito anticipado y la promesa de viabilidad del proyecto de «crear» materia viva y, por otro, la tecnología informática y el diseño digital? La historiadora de la ciencia Lily E. Kay ha demostrado que la biología molecular sufrió una transformación epistémica hacia la tecnociencia en los años 50, dejando atrás modelos en los que la vida se explicaba a través de una epistemología centrada en la energía y el pensamiento mecanicista. En lugar de eso los investigadores comenzaron a conceptualizar la «vida en sí» como información. Por tanto, la biología molecular

se entendió a sí misma como una ciencia de la comunicación, fuertemente relacionada con los campos emergentes de la cibernética, la teoría de la información y la ingeniería informática. Los biólogos moleculares «inventaron el código genético» cuando comenzaron a aplicar el vocabulario de estas disciplinas, utilizando palabras como código, retroalimentación, mensajes, códigos, alfabeto, instrucciones, textos y programas (Kay 2000; ver también Fox Keller 2002).

Desde ese momento los organismos y las moléculas comenzaron a interpretarse como depósitos de información y sistemas de recuperación. Kay hace hincapié en que el uso de ese tipo de lenguaje es ambivalente y problemático ya que los biólogos nunca han trazado una línea clara entre su uso ontológico y su uso metafórico. Estas concepciones basadas en la escritura de la «vida como texto» están implícitamente contenidas en el discurso histórico de «El libro de la naturaleza». Para éste la naturaleza y el mundo vivo están esencialmente escritos en un lenguaje codificado, lenguaje que la ciencia puede descifrar (Kay 2000). Hasta el día de hoy uno de los objetivos fundamentales de la biología molecular es leer los genomas utilizando la secuenciación del ADN en un código lineal y discreto (Thacker 2004; 2006; 2009). Según Kay la entrada de la epistemología del código en los niveles moleculares de la vida acompañada de la legibilidad de la vida promete nuevos niveles de control y factibilidad. Kay acierta al identificar un nuevo tipo de «poder sobre la vida» que emerge de la transformación de la biología en discurso de la ciencia de la información y la cibernética. Los tipos clásicos del moderno y occidental «bio-poder» foucaultiano; por ejemplo el control sobre el cuerpo humano y la población, quedan complementados por la promesa de gobernar la vida en un metanivel: el control sobre el código (fuente) genético, afirma Kay (ver Foucault 1997). Este nuevo poder sobre la vida se basa en la supuesta legibilidad de la «vida en sí». El proyecto conocido como “Secuenciando el genoma humano”, en tanto que proyecto multinacional y multimillonario, se puede interpretar como un intento de hacer manifiesta dicha promesa (Kay 2000). Después de que «leer» el ADN se haya convertido en una aplicación estándar, todo indica que el nuevo desafío para la biología sintética es «escribir» el «texto de la vida» para «crear» nuevas formas de vida -tal y como Pencheng Fu y Sven Panke afirmaban algunas líneas más arriba-. Craig Venter explica en Wired:

En el interior de las espirales de la doble hélice del ADN se encierra toda la información necesaria para crear una célula viva y autorreplicante. Según vayamos leyendo e interpretando el software de la vida seremos capaces de comprender el funcionamiento de la célula íntegramente. De ahí podremos pasar a cambiarlo y mejorarlo escribiendo software celular nuevo. El software determina la producción de proteínas, que pueden interpretarse como el hardware, los robots y máquinas

químicas que hacen funcionar a la célula. El software es vital porque el hardware de la célula se desgasta. Si se las privara de su sistema de información genética las células morirían en el plazo de minutos a días. No evolucionarían, no se replicarían y no podrían vivir. (Highfield 2013)

Para la economía de la promesa de la biología sintética es vital la existencia de imaginarios centrados en el código, biocibernéticos e incluso transhumanistas. Éstos (in)forman (de) puntos de vista que entienden la vida y la naturaleza como un ámbito de riquezas potenciales, incluso ilimitadas, que puede programarse y controlarse mediante procedimientos informáticos (Zakeriemail y Carremail 2015). Venter afirma:

El ADN, entendido como información digitalizada, no solo se está acumulando en las bases de datos de los ordenadores sino que a día hoy puede transmitirse en forma de onda electromagnética a la velocidad de la luz o cercanas para reproducir proteínas, virus y células vivas en un lugar alejado utilizando un teletransportador biológico. Algo así podría cambiar para siempre nuestra manera de entender la vida. Con este nuevo concepto de vida, y con los recientes avances en nuestra capacidad para manipularla, la puerta queda entreabierta desvelando posibilidades nuevas y excitantes. Mientras que la Era Industrial concluye estamos siendo testigos del amanecer de una era de diseño biológico. La humanidad está a punto de adentrarse en una nueva etapa evolutiva. (2013, p. 7)

Algunos bioingenieros directamente insinúan que la biología sintética podría ser una nueva biotecnología universal capaz de materializar los deseos y proyectos humanos en la forma de objetos y sistemas vivos. El *medium* de control sobre la materia viva parece ser la tecnología informática. Llama la atención cómo de intensamente Venter, Church y otros utilizan la imagen de «el ordenador» y «lo digital» en sus relatos sobre la biología sintética y el futuro de la «vida».

De aquí en adelante se considera que la voluntad humana es capaz de guiar los procesos evolutivos entendiéndolos como proyectos de ingeniería e informática. En ese ámbito la vida se convierte en un problema de diseño digital. En este relato el ordenador se convierte en un instrumento con una capacidad de control considerable que posibilita la producción racional de entidades, estructuras y sistemas vivos. Para Venter, lo que denomina «biología digital» está dando cumplimiento a la promesa ambigua de la primera ciencia moderna en el sentido recogido en la «Nova Atlantis» de Bacon. Venter sostiene que:

La fusión del mundo digital de la máquina con el de la biología podría ofrecer posibilidades extraordinarias de creación de especies nuevas y de orientación de la evolución en el futuro. Hemos alcanzado un punto excepcional que nos sitúa a

las puertas de «ser capaces de llevar a cabo todo lo posible», y podríamos llegar a conseguir aquello que Francis Bacon describió como establecer nuestro dominio sobre la naturaleza. (2013, p. 78)

En ese sentido es en el que Venter y Church sintetizan un imaginario hijo del ordenador y el discurso cibernético de finales de los años 30. Por aquél entonces se conceptualizaba matemáticamente al ordenador como una «máquina universal»: universal porque se suponía que era capaz de imitar a cualquier otra máquina de calcular. La biología sintética se atreve a radicalizar este motivo utópico expandiéndolo al ámbito de la «vida en sí». En este se imagina al ordenador como una máquina universal capaz de simular cualquier forma de vida posible en la forma de lenguaje codificado. O lo que es incluso más utópico: el ordenador debería controlar la materialización de las entidades vivas en la forma de objetos diseñados, de «máquinas vivas». La universalidad de este enfoque – la «creación de vida» digitalmente y la plasticidad ilimitada de la «materia viva»- encuentra su sustento en el corazón del utopismo tecnológico de los biólogos sintéticos. Los biólogos sintéticos con sus «máquinas vivas» y sus «árboles luminiscentes» son los actores humanos y no humanos que de nuevo nos desafían a repensar los nuevos tipos de «poder sobre la vida» emergentes –más allá de la vitalidad humana y de la legibilidad genética. Parece que los biólogos sintéticos han comprendido de forma muy práctica y materialista el motivo inicial del biopoder en Foucault: faire vivre – fabricando vida.

Nota: Algunos argumentos y pasajes de este artículo pueden encontrarse en: Martin Müller: “‘First Species Whose Parent is a Computer’ – Synthetic Biology as Technoscience. Colonizing Futures, and the Problem of the Digital”, in: Hagen, K., Engelhard, M., Toepfer, G. (eds.): *Ambivalences of Creating Life. Societal and Philosophical Dimensions of Synthetic Biology*, Springer: Berlin, 2015.

BIBLIOGRAFÍA

- Adam B., Groves C. (2007), *Future matters*. Brill, London
- Bensaude Vincent, B. (2011), *Materials as machines*. In: *Carrier M, Nordmann A (ed) Science in the context of application*. Springer, Dordrecht
- Bensaude Vincent B. (2013), Between the possible and the actual: philosophical perspectives on the design of synthetic organisms. *Futures* 48: 23–31
- Bensaude Vincent B., Loeve S., Nordmann A. and Schwarz A. (2011), Matters of interest: the objects of research in science and technoscience. *Journal for general philosophy of science* 42: 365-383

- Bethge P., Grolle J. (2013), Interview with George Church: can neanderthals be brought back from the dead? *Spiegel-Online*. <http://www.spiegel.de/international/zeitgeist/george-church-explains-how-dna-will-be-construction-material-of-the-future-a-877634.html>. Accessed 14 Jun 2015.
- Bublitz H., Bührmann A.D., Hanke C., Seier A. (eds) (1999), *Das Wuchern der Diskurse. Perspektiven der Diskursanalyse Foucaults*. Campus, Frankfurt/Main
- Carlson R. (2012), *Biology is technology. The Promise, peril, and new business of engineering life*. Harvard University Press, Cambridge/Massachusetts.
- Catts O., Zurr I. (2014), Countering the engineering mindset: the conflict of art and synthetic biology. In: Ginsberg A. D., Calvert J., Schyfter P., Elfick A., Endy D. (ed) *Synthetic aesthetics: investigating synthetic biology's designs on nature*. MIT Press, Cambridge/Massachusetts.
- Clark L. (2013), Glowing trees could pave the way for solving world problems with biology. *Wired UK*. <http://www.wired.co.uk/news/archive/2013-05/9/glowing-plants-kickstarter>. Accessed 14 Jun 2015.
- Church G.M., Regis E. (2012), *Regenesis. How synthetic biology will reinvent nature and ourselves*. Basic Books, New York.
- Collins J. (2012), Synthetic biology: bits and pieces come to life. In: *Nature*, 7387, 8-10
- Corbyn Z. (2013), *Craig Venter: 'this isn't a fantasy look at the future. We are doing the future'* In: *The Guardian*, Oct. 12, p 41.
- Fox Keller E. (2002), *Making sense of life. Explaining biological development with models, metaphors, and machines*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Foucault M. (1997), *Society must be defended: lectures at the collège de france, 1975-1976*. St. Martin's Press, New York.
- Fu P, Panke S. (eds.) (2009), *Systems biology and synthetic biology*. Wiley, Hoboken.
- Ginsberg A.D., Calvert J., Schyfter P., Elfick A., Endy D. (eds.) (2014), *Synthetic aesthetics: investigating synthetic biology's designs on nature*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- Haraway D.J. (1997), *Modest_Witness@Second_Millennium. FemaleMan©_Meets_OncoMouse™. Feminism and technoscience*. Routledge, New York.
- Highfield R. (2013), J. Craig Venter sequenced the human genome. Now he wants to convert DNA into a digital signal. Interview, *Wired UK*. <http://www.wired.co.uk/magazine/archive/2013/11/features/j-craig-venter-interview>. Accessed 14 June 2015.
- Joly P-B. (2010), On the economics of techno-scientific promises. In: Akrich, M, Barthe, Y., Muniesa F., Mustar P. (eds). *Débordements. Mélanges offerts à Michel Callon*, Paris, Presse des Mines.
- Jones R. (2006), Economy of promises, *Nature Nanotechnology* 3, 65–66.

- Kastenhofer K., Schwarz A. (2011), Editorial: probing technoscience. *Poiesis & Praxis* 8 (2-3), 61-65
- Kay L.E. (2000), *Who wrote the book of life? A history of the genetic code*. Stanford University Press, Stanford
- Knight T. F. (2005), Engineering novel life. *Molecular Systems Biology* 1: E1.
- Knorr Cetina K. (2005), The rise of a culture of life. *EMBO reports* 6, 76–80.
- Kwok R. (2010), Five hard truths for synthetic biology. *Nature* 463, 288–290.
- Latour B. (2008), *What is the style of matters of concern? Two lectures in empirical philosophy*. Van Gorcum: Assen.
- Latour B. (2009), A cautious prometheus? A few steps toward a philosophy of design In: Hackne F., Glynne J., Minto V. (eds.) *Proceedings of the 2008 annual international conference of the design history society*. – Falmouth, 3-6 September 2009, e-books, Universal Publishers, p 2–10.
- Lucht P., Erlemann M., Ruiz B. (eds.) (2010), *Technologisierung gesellschaftlicher Zukünfte. Nanotechnologien in wissenschaftlicher, politischer und öffentlicher Praxis*. Centaurus, Freiburg.
- Nordmann A. (2006) ,Collapse of distance: epistemic strategies of science and technoscience. *Danish Yearbook of Philosophy*, 41, 7-34.
- Nordman A., Radder H., Schiemann G. (eds) (2011), *Science transformed: debating claims of an epochal break*. University of Pittsburgh Press, Pittsburgh.
- Reardon S. (2011), Visions of synthetic biology. In: *Science* 333, 1242-1243.
- Rose H., Rose SPR. (2012), *Genes, cells, and brains. The promethean promises of the new biology*. Verso, London.
- Schäffner W. (2010), The Design Turn. Eine wissenschaftliche Revolution im Geiste der Gestaltung. In: Claudia Mareis (eds.) *Entwerfen - Wissen - Produzieren. Designforschung im Anwendungskontext*. Transcript, Bielefeld.
- Schmidt M., Kelle A., Ganguli-Mitra A., de Vriend H. (eds.) (2009), *Synthetic biology. The technoscience and its societal consequences*. Springer, Dordrecht.
- Thacker E. (2004), *Biomedica*. University of Minnesota Press, Minneapolis.
- Thacker E. (2006), *The global genome. Biotechnology, politics, and culture*. MIT Press, Cambridge/Massachusetts.
- Thacker E. (2009), «De anima»: on life and the living. In: Bock von Wülfigen, Bettina and Ute Frietsch (eds.) *Epistemologie und Differenz. Zur Reproduktion des Wissens in den Wissenschaften*. Transcript, Bielefeld.
- Venter J.C. (2010), Synthetic life. Transcript Press conference https://www.ted.com/talks/craig_venter_unveils_synthetic_life/transcript. Accessed 14 Jun 2015

- Venter, J.C. (2013), *Life at the speed of light. From the double helix to the dawn of digital life*. Viking, New York.
- Weber J. (2003), *Umkämpfte Bedeutungen. Naturkonzepte im Zeitalter der Technoscience*. Campus, Frankfurt/Main.
- Weber J. (2010), Making worlds: epistemological, ontological and political dimensions of technoscience. *Poiesis & Praxis* 7 (1-2):17–36.
- Weber J. (2011a), Technoscience as popular culture. On pleasure, consumer technologies & the economy of attention. In: Nordman A., Radder H., Schiemann G. (eds.) (2011) *Science transformed: debating claims of an epochal break*. University of Pittsburgh Press, Pittsburgh.
- Wohlsen M. (2011), *Biopunk: DIY Scientists Hack the Software of Life*. Pinguin, New York.
- Zakeriemail B., Carremail P. A. (2015), *The limits of synthetic biology*. *Trend in Biotechnology*, 33/2, 57–58.