aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 1 11/10/16 3:32 PM

APROXIMACIONES INTERDISCIPLINARIAS A LA BIOARTEFACTUALIDAD

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 3 11/10/16 3:32 PM

Facultad de Filosofía y Letras
Programa Universitario de Bioética

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 4

11/10/16 3:32 PM

APROXIMACIONES INTERDISCIPLINARIAS A LA BIOARTEFACTUALIDAD

Jorge Enrique Linares y Elena Arriaga
Coordinadores

Universidad Nacional Autónoma de México

México, 2016

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 5 11/10/16 3:32 PM

Aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad / Jorge Enrique Linares y Elena Arriaga, coordinadores. – Primera edición.
452 páginas.

ISBN 978-607-02-8329-1

1. Tecnología – Aspectos morales y éticos. 2. Tecnología – Filosofía. 3. Biotecnología – Aspectos morales y éticos. I. Linares, Jorge Enrique, editor. II. Arriaga, Elena, editor.

BJ59.A67 2016
LIBRUNAM 1904651

Proyecto PAPIIT IN403613

Primera edición: 5 de septiembre de 2016

D. R. © 2016 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán, 04510,
Ciudad de México

Facultad de Filosofía y Letras
Programa Universitario de Bioética

ISBN de la obra: 978-607-02-8329-1

Prohibida la reproducción total o parcial
por cualquier medio sin la autorización escrita
del titular de los derechos patrimoniales.

Esta edición y sus características son propiedad
de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Impreso y hecho en México

INTRODUCCIÓN

You cannot go against nature, because when you do, go against nature, it's part of nature too.

Love and Rockets

Este libro es el resultado del proyecto Bioartefactos: problemas filosóficos, consecuencias sociales y ambientales.[1] Como advertirá el lector, el proyecto contó con la colaboración de varios colegas españoles y argentinos, además de los participantes mexicanos. Se desarrolló en la Facultad de Filosofía y Letras y en el Programa Universitario de Bioética de la UNAM, los cuales respaldaron también la realización de los coloquios y seminarios en los que se presentaron y discutieron los trabajos que aquí hemos compilado.

El proyecto Bioartefactos surgió de la necesidad de explorar, desde una perspectiva interdisciplinar, el carácter ontológico, epistémico y axiológico de los bioartefactos contemporáneos, así como los beneficios y riesgos que se derivan de su creación. Dicha necesidad está vinculada a los debates sociales sobre las cruciales decisiones que se deben tomar respecto al uso de los bioartefactos, como es el caso de los organismos genéticamente modificados (OGMS), o bien, respecto a la producción de los novedosos tipos de bioartefactos derivados de la biónica, la ingeniería genética, la biología sintética, la bionanotecnología, etcétera.

Los bioartefactos son, en términos generales, tanto organismos modificados técnicamente con una función específica asignada por los agentes humanos,

[1] Coordinado por Jorge E. Linares y Elena Arriaga, con el apoyo de la Dirección General Asuntos del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México (DGAPA-UNAM), dentro del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT), con la clave IN403613.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 7 11/10/16 3:32 PM

como objetos técnicos *biológicos* o de origen, estructura y consistencia biológica (con distintos niveles de bioartefactualidad o de control técnico de funciones biológicas). Plantean múltiples problemas filosóficos y científicos debido a su estatus intermedio o ambivalente: no dejan de ser organismos vivos pertenecientes a alguna rama evolutiva (hasta el momento), pero son *artefactos*, es decir, objetos técnicos puestos en el mundo intencionalmente por el ingenio humano, que cumplen materialmente (biológicamente) funciones técnicas asignadas, adaptadas o modificadas por los agentes humanos.

En este libro nos proponemos responder, desde diversas perspectivas teóricas, con bases científicas, conceptos filosóficos y contextos histórico-sociales, cuál es la naturaleza propia de los bioartefactos y, en particular, la especificidad de aquellos que han sido construidos por las biotecnologías contemporáneas. Nos planteamos preguntas como las siguientes: ¿qué es aquello que otorga identidad a los bioartefactos?, ¿puede hablarse de los bioartefactos como una categoría ontológica o epistémica bien definida sobre la cual sería legítimo establecer atribuciones funcionales y descripciones de propiedades y efectos? ¿O se trata, por el contrario, de una noción necesariamente borrosa y volátil? ¿Qué consecuencias sociales y ambientales implican su generación, uso y consumo? ¿En qué consisten los bioartefactos contemporáneos, cómo surgen, evolucionan y se transforman? ¿En qué se diferencian con respecto a los artefactos convencionales y los viejos organismos vivos domesticados y adaptados técnicamente?

A partir de lo anterior, intentaremos determinar si existen diferencias relevantes, tanto desde una perspectiva ontológica, histórica como bioética (enfocada en los problemas de riesgos y bioseguridad), entre los bioartefactos tradicionales (producto de domesticación y selección empírica) y los bioartefactos producidos por las biotecnologías genéticas actuales (transgénicos, principalmente, pero también organismos modelo o producidos por la biología sintética).

Asimismo, se abordan en este volumen las discusiones sobre las biotecnologías eugenésicas que pretenden transformar radicalmente el cuerpo humano e incluso dar origen a mutaciones o cambios genéticos que alterarían la unidad de nuestra especie. Se analizan también las controversias tecnocientíficas

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 8 11/10/16 3:32 PM

y sociales (éticas, políticas y estéticas) que han generado los bioartefactos contemporáneos, creando por ello expectativas, nuevas modalidades de riesgos y conflictos de valores en la sociedad contemporánea, así como discusiones en torno a la bioseguridad y el acceso justo a sus beneficios.

En nuestra época los bioartefactos suscitan intensas controversias por su ubicuidad y por las muy diversas representaciones sociales que motivan. En efecto, la expansión y concentración de sistemas tecnológicos en los que se insertan los bioartefactos nuevos y los ya tradicionales (plantas y animales domesticados) están relacionadas con problemas básicos de salud, alimentación o desarrollo social, ya que el acceso a los bienes socialmente necesarios (v. gr. nuevos fármacos) depende de esta producción bioartefactual, pero se ha vuelto muy inequitativo y desigual en el mundo entero. Por ello, el diseño, producción y consumo o uso de bioartefactos se han convertido en un tema ineludiblemente controversial en las agendas políticas, legislativas y éticas de los gobiernos y de la sociedad civil.

El presente volumen colectivo intenta contribuir a un análisis crítico del proyecto moderno de las biotecnociencias y la generación de bioartefactos, pues constituyen una forma predominante del desarrollo tecnocientífico de nuestra época, y puesto que el proyecto de la biotecnociencia contemporánea aspira a controlar y manipular la naturaleza biológica, así como a transformar y reconfigurar todo tipo de organismos vivos (incluyendo a los seres humanos), incluso creándolos *ex novo*.

La importancia de pensar críticamente la producción tecnocientífica de los bioartefactos, principalmente desde una mirada teórico-filosófica, radica en que las tecnociencias surgidas desde la posguerra del siglo xx han sido determinantes en las transformaciones estructurales de la sociedad actual y lo seguirán siendo en el futuro; es decir, con el *proyecto biotecnocientífico* se están construyendo nuevas infraestructuras y capacidades tecnocientíficas, instituciones, organizaciones y fuerzas políticas, económicas y socioculturales que orientan el rumbo material y simbólico de la civilización tecnológica del siglo xxi. Podemos decir que, junto con otras ramas de la tecnociencia, como la informática, la robótica y las TIC, las biotecnociencias constituyen un motor fundamental

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 9 11/10/16 3:32 PM

económico, tecnológico, pero también epistémico y social. El producto material más decisivo de este proyecto es justamente la nueva oleada de bioartefactos que ahora surgen y se combinan con sus predecesores, formando un puente esencial entre el mundo humano sociocultural y el mundo biológico y natural, lo cual implica una modificación en la manera en que la humanidad se relaciona con el resto de la naturaleza, comenzando por su propio cuerpo biológico.

Por eso, entre otros temas, resulta fundamental estudiar y, de alguna manera, anticiparse a los efectos y consecuencias deseadas y no intencionales (inciertas o inesperadas) de esta nueva producción industrial bioartefactual, precisamente porque su escala y alcance es de orden global y afectará a muy diversos ecosistemas de la Tierra, alterando con ello la relación e interacción entre la especie humana y el resto de la naturaleza.

Sin embargo, lo anterior no debería llevar a pensar en un determinismo tecnológico, ya que las tecnociencias son realizaciones humanas y, por ende, debemos tomar conciencia de la forma particular de relación entre el proyecto tecnocientífico, las sociedades y las instituciones, para poder pensar en su evaluación social y eventual reorientación. Ello, a su vez, nos obliga a reflexionar éticamente sobre qué tipo de mundo biotecnológico queremos construir y qué decisiones debemos asumir para lograrlo. De este planteamiento emergen preguntas sociales que se exploran en los diferentes capítulos de este libro: ¿Qué valores, relaciones e instituciones queremos proteger, promover, mejorar y crear con respecto a los bioartefactos? ¿Qué tipo de sistema sociotécnico nos permite esto? ¿Dónde poner la atención?, ¿en la intención, en la composición de los bioartefactos, en su interacción ambiental o en los efectos sociales de la producción bioartefactual?

Los colaboradores de este libro abordan el tema desde distintas perspectivas, basadas en autores como Massimo Negrotti, Keekok Lee, Peter Kroes, Risto Hilpinen o Peter Sloterdijk, Ortega y Gasset o Heidegger, pero cada uno desde su propia perspectiva teórico-metodológica. Para unos el bioartefacto es una plataforma para hablar de algo mucho más amplio o más específico; para otros es una herramienta de análisis o una forma de provocación teórica; unos construyen sus teorizaciones a partir de la noción preliminar de bioartefacto como orga-

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 10 11/10/16 3:32 PM

nismo técnicamente modificado para cumplir una función específica, mientras que otros buscan desmontarla o debatir con ella. En algunos textos el enfoque es epistémico (Lawler y Vaccari, Diéguez, Cuevas, Parente), en otros es microscópico y específico (González-Santos, Arriaga), o bien, macroscópico y ambiental (Algarra, Tafoya, Arriaga) o se anticipa al futuro (Zapata y Villela, Diéguez); hay también una necesaria mirada al pasado (Uribe, Guevara Fefer y Blancas, Arriaga), así como miradas hacia otras dimensiones de lo bioartefactual que están en el borde de lo no tecnificado pero sí virtualmente bioartefactual (Martínez Ruiz). Hay reflexiones filosóficas (Linares y González Valerio; Lawler y Vaccari; Cuevas, Diéguez, Parente), ontológicas (Linares y González Valerio, Cuevas, Parente y Diéguez) y consideraciones políticas (Zapata y Villela), o ético-axiológicas y estéticas (Arriaga, Linares, Lomelí). Al final, lo que se busca es entretejer una mirada compleja del concepto y del fenómeno contemporáneo del bioartefacto.

Deseamos que el presente libro sea una invitación al diálogo, un diálogo que busca presentar un análisis caleidoscópico y multifocal de y sobre los bioartefactos; que no pretende ofrecer una visión unificada y definitiva, sino, por lo contrario, mostrar la imposibilidad de pensar sobre los bioartefactos desde una única postura, disciplina, metodología. Por ello, este libro intenta dejar las preguntas abiertas, pero bien sustentadas en unas bases conceptuales que esperamos sean fructíferas para otras investigaciones. Así pues, decidimos conservar la diversidad teórica, metodológica y narrativa que los autores definieron, echando mano de ideas y posturas de diferentes áreas de la filosofía, ética, sociología, historia, psicología, las artes y, desde luego, las ciencias naturales mismas.

CONTENIDO DE LOS CAPÍTULOS

El libro se divide en dos partes. En los capítulos de la primera el lector encontrará análisis ontológicos y epistémicos fundamentales. Iniciamos con el capítulo de Ana Cuevas, que es un texto pionero, publicado en la revista *Argumentos de razón técnica* de la Universidad de Sevilla en 2008. El texto de Lawler y Vaccari

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 11 11/10/16 3:32 PM

es una aproximación crítica al concepto mismo de bioartefacto. Los trabajos de Linares/González Valerio y Parente, en cambio, pretenden abordar el problema general de la construcción de una ontología de lo bioartefactual. Asimismo, se completa esta primera parte con el capítulo de Blancas que sitúa en la historia reciente el surgimiento y desarrollo de las biotecnologías genéticas.

Ana Cuevas se plantea el problema general de definir qué es un bioartefacto desde las premisas funcionalistas sobre la naturaleza de los artefactos tecnológicos. Cuevas nos expone las diferencias fundamentales que existen entre los bioartefactos y los artefactos físicos, analizando las funciones biológicas y técnicas que cumplen los primeros. De este modo, este capítulo contribuye al debate funcionalista y apunta hacia las posibles razones por las que la producción biotecnológica de bioartefactos es considerada por muchos como un área de riesgo.

Diego Lawler y Andrés Vaccari discuten la naturaleza de los bioartefactos y buscan identificar los principales problemas asociados con su caracterización. El argumento que defienden afirma que pensar a los bioartefactos como híbridos entre artefactos y organismos vivos acarrea serias dificultades, especialmente si se los concibe desde la perspectiva teórica intencionalista tradicional. Su contribución consiste en proponer un punto de vista en el que se localice al bioartefacto como un producto epistémico; por ejemplo, desde esta perspectiva, un bioartefacto puede ser localizado en la intersección de marcos conceptuales diversos o en conflicto. Finalmente, sugieren que el enfoque ontológico habitual presenta a los bioartefactos como entidades aisladas, donde su funcionamiento resulta de la coalescencia de propiedades artificiales y naturales. Sin embargo, su impresión es que esta conceptualización comporta compromisos específicos con el modo en que los bioartefactos se patentan, comercializan y difunden.

El texto de Linares y González Valerio comienza cuestionando la idea de controlabilidad técnica que implica el diseño y construcción de bioartefactos para preguntarse si en verdad se han difuminado las barreras entre lo natural y lo artefactual, dando lugar a una nueva naturaleza artificializada (*next nature*), como propugnan diversos autores. A continuación se adentran, desde una

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 12 11/10/16 3:32 PM

perspectiva basada en la clásica categorización aristotélica de las cuatro causas, en una tipología preliminar de los bioartefactos, diferenciando los niveles materiales, formales y funcionales de modificación técnica. Asimismo, exploran las formas en que interactúan ambientalmente los bioartefactos, la manera en que dar origen a representaciones sociales, así como las vías por las que coevolucionan junto con otros organismos y entidades de los ecosistemas. En la segunda parte de este capítulo, Jorge Linares presenta como parte inherente a la ontología de los bioartefactos, un recuento de los principales problemas bioéticos que se desprenden de la interacción y presencia mundana de los bioartefactos, y enmarca la cuestión en el contexto del desarrollo del *biocapital* como forma contemporánea del capitalismo, que ha tomado a los organismos vivos como nuevas fuentes de plusvalor.

Diego Parente nos explica el *puzzle* implícito en la conceptualización de los bioartefactos y señala que su naturaleza no puede comprenderse por analogía con los entes vivientes, pero tampoco con el marco conceptual intencionalista que explica el estatuto de los artefactos prototípicos. Ni el esquema explicativo autopoiético por sí solo ni el esquema de producción intencional por sí solo son suficientes para comprender su condición. Por un lado, a diferencia de aquella serie de entes que no han sido intervenidos intencionalmente, los bioartefactos manifiestan en su historia algún pasaje legítimamente describible como resultado de selección intencional. Si no se admite esta intervención, ni siquiera podríamos distinguir a los bioartefactos de otros entes naturales no intervenidos intencionalmente. Sin embargo, se trata de entes con autonomía cuyo mantenimiento sólo depende parcialmente de las condiciones contextuales provistas por los agentes intencionales. Por otro lado, Parente muestra que las condiciones de emergencia de los bioartefactos no pueden asimilarse al esquema hilpineano intencionalista de autoría basado en el criterio de dependencia contrafáctica; por eso, no constituyen lo que podríamos llamar "artefactos" prototípicos. Así pues, Parente se replantea la pregunta por la diferencia ontológica entre lo natural y lo artificial.

Para cerrar la primera sección, Estefanía Blancas y Rafael Guevara Fefer rastrean el concepto de biotecnología y sus acepciones previas al desarrollo de la

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 13 11/10/16 3:32 PM

tecnología del ADN recombinante en la década de 1970. Argumentan a partir de Hans-Jörg Rheinberger que el surgimiento de esta tecnología dependió de las herramientas desarrolladas durante la etapa clásica de la biología molecular, en el periodo de entreguerras y la Segunda Guerra Mundial. Al seguir la historia del desarrollo de la tecnología de ADN recombinante, los autores sostienen que el concepto de bioartefacto está imbricado con el concepto de biotecnología que se consolidó en la década de 1980 y, en consecuencia, la historia de la biología molecular sintética o biotecnología molecular nos ofrece criterios para establecer qué es y qué no es un bioartefacto. Una conclusión inquietante de esta breve historia es que la biotecnología ha copado, de alguna manera, al menos en el imaginario social, la representación plena de lo que significa la biología contemporánea.

La segunda parte del libro contiene trabajos que dan cuenta de diversas modalidades de bioartefactos y sus consecuencias sociales y ambientales, tanto presentes como futuras. Blanca Uribe retoma la famosa historia de *Dolly*, la primera oveja clonada, como encarnación de la bioartefactualidad genética del siglo XX. El caso de *Dolly* nos muestra una historia y una genealogía de los bioartefactos animales. Si comúnmente los estudios sociales, filosóficos e históricos de la ciencia y tecnología miran hacia los laboratorios y los talleres, así como a los científicos e ingenieros (como lo hizo Latour), ahora Uribe orienta la mirada hacia la granja y al campo de pastoreo, y hacia el granjero y el ganadero. En esta breve historia aparecen escenas de la historia de la zootecnia que aclaran que la lógica que impera es de orden económico y de control del mundo natural con el fin de regularlo y explotarlo, para continuar y preservar el sistema intensivo de producción animal. El texto de Uribe nos muestra que los bioartefactos de la ingeniería genética moderna no pueden ser desligados de las intenciones comerciales, zootecnistas y agropecuarias, de la industrialización de los alimentos que emergió y se consolidó durante el siglo XX.

Sandra González Santos da cuenta en su texto de la heterogeneidad de los embriones y reflexiona sobre las distintas transubstanciaciones por las que puede pasar el embrión *in vitro* como bioartefacto moderno. González San-

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 14 11/10/16 3:32 PM

tos analiza las relaciones que resultan en un embrión *in vitro*, desplegando sus diversas conformaciones materiales y simbólicas; es decir, los objetivos que motivan su generación, los espacios en los que se crean, las personas involucradas en su concepción, sus materialidades, las posibilidades que ofrecen y los problemas, accidentes y debates (económicos, políticos, bioéticos, legales, etc.) que conllevan. Para ello emplea el enfoque de la sociología de las relaciones para poder mostrar cómo el embrión creado *in vitro* es (re)configurado, posibilitando nuevas relaciones y dando lugar a una variedad de escenarios. Empleando una mirada que se enfoque en las relaciones y procesos, la autora intenta encontrar fisuras e inconsistencias conceptuales y prácticas en el uso de los embriones como bioartefactos del mundo contemporáneo, en una doble faceta: *a*) el embrión *in vitro potencial* creado y mantenido dentro del marco de la reproducción humana, es decir, que tiene el fin último (aunque sea en potencia) de ser miembro de una familia y *b*) el embrión *in vitro instrumental* que existe en contextos no familiares sino más bien terapéuticos, de investigación o artísticos.

Rosaura Martínez Ruiz explora en su texto la construcción simbólica de la psique como un *bioartefacto* en la representación conceptual de Sigmund Freud. Martínez Ruiz indaga en las variadas formas y pasajes en que Freud plantea que el aparato psíquico es una máquina virtual, base de la conciencia viva. El itinerario freudiano metafórico-tecnológico es largo y productivo, no sólo como metáfora metodológica sino como hipótesis de que la psique es una construcción simbólica de cada individuo, pero que no se sitúa físicamente en una zona del sistema nervioso central. La autora explica cómo Freud echa mano de analogías mecánicas para explicar el funcionamiento del aparato psíquico. Pero además muestra que el insistente uso de estas analogías no responde exclusivamente ni a una intención pedagógica ni a la necesidad de transmitir un saber todavía en formación, sino que da cuenta del diseño mecánico que el mismo Freud confería al aparato psíquico. Este revelador capítulo nos expone cómo la psique es, para Freud, un fenómeno virtual que funciona de manera mecánica (no intencional, voluntaria o "consciente") para mediar entre el cuerpo y el mundo. A partir de toda la evidencia de la clínica

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 15 11/10/16 3:32 PM

psicoanalítica, Martínez afirma que podemos reconocer la existencia de un aparato psíquico sin localización orgánica. La ausencia de soporte material obligó a Freud a pensar distintos diseños imaginarios de la organización psíquica y a establecer analogías y metáforas, pero siempre tecnológicas. Y es que lo psíquico se corresponde con una serie de mecanismos que a través de un gasto de energía –pues todos los modelos freudianos son al mismo tiempo energéticos y económicos– producen efectos psicológicos. Así, la autora sostiene que la psique es esencialmente memoria/vida y que el aparato psíquico es un bioartefacto en el sentido de una máquina que gestiona la energía vital en tensión constante ante la muerte.

Continuando con la exploración de la bioartefactualidad en/de los humanos, Miguel Zapata y Fabiola Villela analizan, desde una perspectiva filosófica, la aplicabilidad y significado de la noción de "biopolítica" (con los enfoques de Foucault y Agamben), al estilo de la obra de Langdon Winner "¿tienen política los artefactos?", para escudriñar el uso de antropotecnologías (aquellas tecnologías utilizadas para modificar al ser humano), en la mayor parte de los casos, con fines transhumanistas; es decir, de aquellos que buscan sobrepasar las condiciones naturales del ser humano. Específicamente los autores se cuestionan si las antropotecnologías tendrían un poder emancipatorio y democratizador, o si conllevan nuevas formas de mayor control sociopolítico y homogeneización de la vida a través de los sistemas económicos o gubernamentales. Como parte de su trabajo reflexivo introducen la noción de "biopolíticas bioartefactuales" para pensar las manifestaciones de lo biopolítico, en su acepción negativa –de control de los seres humanos– en los casos de cuerpos híbridos en los que se entremezclan lo biológico del cuerpo y lo tecnológico.

En el capítulo "Biología sintética y bioartefactualidad de lo humano", Antonio Diéguez señala que el surgimiento de la biología sintética ha traído consigo un reforzamiento de las propuestas de biomejoramiento humano, y señala que pueden trazarse conexiones claras entre el enorme potencial transformador de las aplicaciones biotecnológicas y las pretensiones de los partidarios de dicho biomejoramiento. La reconfiguración genética del ser humano aparece, en efecto, como uno de sus objetivos finales, aunque no sea algo abiertamen-

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 16 11/10/16 3:32 PM

te reconocido. La construcción de genomas completamente sintéticos puede cambiar de forma definitiva e irreversible aspectos fundamentales de la vida humana, quizás hasta el punto de dar lugar a un organismo que difiera de nuestra especie como ahora nosotros podemos diferir de los grandes simios, como sostienen los defensores del transhumanismo. El mejoramiento genético se nos presenta hoy como el futuro mismo de la medicina, la cual dejará atrás su mera función terapéutica. Ante la magnitud de las transformaciones que se nos anuncian, urge la implementación de medidas efectivas para facilitar una participación democrática por parte de los ciudadanos en la discusión sobre la agenda de investigación en este campo. Diéguez señala que es pertinente saber situar el hecho probable de que estas tecnologías puedan dejar atrás los intereses de las personas socialmente más desfavorecidas; asimismo, que habrá que tener presente las prioridades de la población y no sólo los intereses de una minoría, y que será indispensable considerar las nuevas desigualdades que surgirían con dichas antropotecnologías. Diéguez se pregunta sobre los motivos y fines que rigen dicha investigación, así como los presupuestos discutibles que pueden encerrar los proyectos transhumanistas.

Elena Arriaga ofrece una reflexión sobre la bioartefactualidad en la industria de consumo humano, particularmente en la agricultura tecnificada, y sus connotaciones de riesgo. Se remonta a revisar sintéticamente el proceso de desarrollo de los bioartefactos vegetales y refiere cómo es que, con la antigua domesticación de unas cuantas especies vegetales, se construyen materialmente los primeros bioartefactos y con ello nace también la agricultura. Pero en la actualidad la producción agrícola se transforma radicalmente con el uso de agroquímicos, con la mecanización y con la mejora de semillas por vía de la ingeniería genética. Pero la agroindustria, además de proveer más alimento a la humanidad, también ha generado contaminación y desplazamiento de los agricultores, lo que ha contribuido considerablemente a la contaminación ambiental y al surgimiento de nuevas enfermedades. Arriaga muestra cómo a pesar del conocimiento de los riesgos de la agricultura industrial, éstos no han sido evaluados adecuadamente sino hasta las últimas dos décadas merced a la aparición de los cultivos genéticamente modificados (CGM) y las controversias

tecnocientíficas y sociales que originaron. Arriaga también señala cómo la forma de evaluación de riesgos en la agroindustria, con base en estrategias que se han limitado a pruebas analíticas, son ampliamente usadas pero cuestionadas para analizar el riesgo de otros productos; además, llama la atención que las evaluaciones de riesgo típicas no han incluido consideraciones de los efectos ambientales y sociales derivados de la producción industrial de monocultivo. Con el surgimiento y desarrollo de nuevos bioartefactos en la agricultura (como los OGM) la humanidad se enfrenta a riesgos complejos que nos obligan a actuar en conjunto, repensando el diseño de productos, el crecimiento poblacional y la necesidad de racionalizar el consumo y distribuir de mejor manera los alimentos.

Por su parte, Giovanni Algarra se plantea que las tecnologías que se empiezan a implementar para abaratar costos de energía en la construcción de edificios, en donde se usan componentes biológicos vivos, convierten a dichas edificaciones arquitectónicas en bioartefactos. No sólo eso, los urbanistas poco a poco reconocen el papel de los organismos biológicos en la consecución de metas urbanas relacionadas con la sustentabilidad. La novedosa concepción de la ciudad como si fuera un organismo bioartificial lleva a fundir en la práctica lo artificial y lo biológico para realizar procesos constitutivos de la realidad urbana, y esto probablemente convertirá también a esas ciudades en unos bioartefactos de gran extensión y complejidad. Desde una mirada histórica y política de la concepción bioartefactual de la ciudad, Algarra delínea nuevos caminos de reflexión que sirvan para redimensionar lo bioartefactual a una escala social y ambiental, reflexiones cruciales para el futuro de la humanidad y de los ecosistemas que ha colonizado creando enormes concentraciones urbanas bioartificiales.

Edgar Tafoya se pregunta si se puede generar "vida" o "inteligencia" artificial en los laboratorios de bioinformática, y si estas modalidades virtuales pueden ser consideradas como bioartefactos. El objetivo de su trabajo es problematizar sobre los efectos sociales de los bioartefactos desde una perspectiva que permita indagar la forma en que los "objetos" bioartificiales y bioartefactuales logran generar imaginarios colectivos de alcance simbólico. Para tal efec-

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 18 11/10/16 3:32 PM

to, Tafoya toma como ejemplo de análisis el caso de la "inteligencia artificial" y de la "vida artificial" producida desde los simuladores de bioinformática y difundida a través de los textos canónicos de las ciencias cognitivas. Tafoya se apoya en la noción de "forma tecnológica de vida" expuesta por Scott Lash en su dimensión fenomenológica, así como la descrita por Langdon Winner en su sentido político, para referirse a una forma de definir lo que consideramos bioartefactos informacionales, como simuladores de inteligencia artificial e interfaces gráficas de vida artificial. De esta manera, el autor plantea que todo "bioartefacto informacional" constituye una forma de vida tecnológicamente configurada, con capacidad específica para generar impactos sociales de carácter simbólico, denominados por la teoría socioantropológica como imaginarios colectivos.

Finalmente, Sebastián Lomelí escudriña la comprensión de nuestro cuerpo, puesto que éste se ha modificado según los procesos de abstracción acelerados por la tecnificación que acompañan los modos de producción y socialización del capitalismo reciente. Lomelí plantea que los nuevos cuerpos de la biotecnología rompen con nuestra noción de identidad, de pertenencia de un cuerpo a un sujeto y de experiencia fenomenológica del cuerpo propio. En este contexto surgen piezas de arte a las que él denomina "retratos liminares". El sentido de estos retratos sin rostro producidos por medios biotecnológicos no se deja leer desde los límites del humanismo y el arte tradicional. En este capítulo se exploran algunos de los marcos ontológicos y políticos desde los que estas piezas se dejan pensar y criticar, y en particular, se subrayan los beneficios que aportan para reflexionar sobre los cuerpos fuera de las metáforas bélicas que los disciplinan y controlan.

Los coordinadores[2]

[2] Con la colaboración de Sandra González Santos. Hemos utilizado fragmentos o resúmenes de los textos de los autores para reseñar brevemente el contenido de los capítulos.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 19 11/10/16 3:32 PM

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 20 11/10/16 3:32 PM

PRIMERA PARTE

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 21 11/10/16 3:32 PM

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 22 11/10/16 3:32 PM

LOS BIOARTEFACTOS: VIEJAS REALIDADES QUE PLANTEAN NUEVOS PROBLEMAS EN LA ADSCRIPCIÓN FUNCIONAL[1]

*Ana Cuevas Badallo**

INTRODUCCIÓN

Los artefactos biotecnológicos manifiestan una naturaleza híbrida que hace difícil su caracterización empleando simples analogías como las propuestas para comprender otros objetos creados por los seres humanos. Al problema de distinguir entre el ámbito artificial y el natural, se añade la necesidad de abrir una nueva clase que haría referencia a la categoría artefactual, no física, sino biológica. Los artefactos tecnológicos de los que habitualmente trata la filosofía suelen ser objetos de naturaleza física con una estructura característica que les permite llevar a cabo cierto tipo de funciones. La estructura y la función o funciones que han de llevar a cabo están vinculadas a través del diseño y uso que los seres humanos hacemos de esos artefactos. Sin embargo, los artefactos biotecnológicos realizan por sí mismos determinadas funciones biológicas, de las que los seres humanos podemos hacer uso modificándolas y adecuándolas a nuestros propósitos.

Es preciso puntualizar que cuando se habla de artefactos biotecnológicos no sólo nos estamos refiriendo a aquellos que son producto de la ingeniería genética, una de las tecnologías contemporáneas empleadas en este ámbito, el concepto engloba también a los productos resultado de procesos más tradicionales, como por ejemplo la domesticación de animales y plantas, la producción de queso, vino o cerveza o la creación de las vacunas.[2] Existe el consenso

* Universidad de Salamanca, España.

1 Este artículo se publicó originalmente en *Argumentos de razón técnica*: *Revista española de ciencia*, *tecnología y sociedad*, *y filosofía de la tecnología*, 11 (2008), pp. 71-96. Agradecemos a los editores el permiso para su incorporación en este libro.

2 Martina Newell-McGloughlin y Edward Re, *The Evolution of Biotechnology*. *From Natufians to Nanotechnology,* Dordrecht, Springer, 2006.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 23 11/10/16 3:32 PM

de que la biotecnología podría definirse como "la aplicación de organismos, componentes o sistemas biológicos para la obtención de bienes y servicios".[3] Una de las diferencias más destacadas entre la biotecnología que llamaremos tradicional y la contemporánea es el tipo de conocimiento que se emplea en la generación de los distintos productos. Mientras que la biotecnología tradicional requiere de conocimientos empíricos y tácitos, resultado de la experiencia directa y la transmisión entre generaciones de esos conocimientos, la biotecnología contemporánea se ha visto favorecida por el desarrollo de conocimientos científicos de carácter mucho más sofisticado acerca de los procesos biológicos. Eso no significa que los métodos tradicionales hayan perdido validez, de hecho se siguen utilizando; lo que ha sucedido es que los nuevos conocimientos han abierto nuevas posibilidades inimaginables hace tan sólo 50 años, y pueden contribuir a una mayor eficiencia en el uso de la metodología tradicional.

Sin embargo, cuando los ciudadanos pensamos acerca de la biotecnología lo que se nos suele venir a la mente son los últimos organismos producidos por la ingeniería genética y la controversia que éstos generan. La respuesta que se da desde el ámbito biotecnológico es que no hay razón alguna para la alarma, sobre todo si se reconoce que los seres humanos venimos produciendo artefactos biotecnológicos desde hace mucho tiempo. El proceso de domesticación de plantas y animales, efectuado desde hace 11 000 años, ya habría dado lugar a modificaciones genéticas sustanciales en las diferentes especies; lo único que añade la biotecnología moderna es un mejor conocimiento de los procesos implicados en tal domesticación y alteración genética. Las consecuencias de nuestras decisiones tecnológicas nunca han estado tan previstas.

En este artículo se van a mostrar ciertas diferencias existentes entre los bioartefactos y los artefactos físicos. Se sostendrá una perspectiva similar a la que defiende el grupo de investigadores del departamento de filosofía de la Universidad de Delft, esto es, que para comprender qué es un bioartefacto

[3] John E. Smith, *Biotechnology,* Cambridge, Cambridge University Press, 2004, p. 3.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 24 11/10/16 3:32 PM

necesitamos conceptualizar la respuesta teniendo en cuenta una doble caracterización: en su caso biológica e intencional. Por supuesto, decir esto no significa que sea necesario adoptar una visión dualista de la naturaleza,[4] aunque por razones conceptuales resulta adecuado comprender los artefactos desde una doble perspectiva, que tenga presente la intervención de agentes intencionales en el diseño y uso de esos nuevos objetos.

Para mostrar las diferencias que existen entre los bioartefactos y los artefactos físicos será preciso tener en cuenta que los primeros pueden comprenderse desde una perspectiva doble: son organismos biológicos, además de artefactos. Por su naturaleza biológica pueden describirse desde la perspectiva funcionalista no intencional, pero al mismo tiempo, debido a su naturaleza artefactual, desarrollan funciones intencionalmente orientadas. Esta naturaleza funcional dual hace que sea preciso distinguir aquellas funciones que son característicamente biológicas de las que son artefactuales. No se estudiarán todas las técnicas biotecnológicas capaces de producir artefactos, sino que se hará especial hincapié en los procesos tradicionales de domesticación animal (que pueden extenderse fácilmente a los de domesticación vegetal). Será preciso responder a la pregunta de si esos procesos tradicionales de domesticación han generado nuevos tipos de funciones en los organismos domesticados, para de este modo saber si es factible responder adecuadamente a la naturaleza de las funciones propias de los animales domésticos sin tener en cuenta su naturaleza artefactual. Será necesario ampliar en cierta medida los modelos funcionales propuestos para los organismos biológicos (no intencionalmente modificados) y tener en cuenta aquellos propuestos para los artefactos físicos (diseñados y producidos intencionalmente).

[4] A lo largo del artículo me referiré exclusivamente a aquellos fenómenos biológicos que son el resultado de la modificación intencional realizada por los seres humanos. Los organismos vivos tienen la capacidad de establecer relaciones genéricamente denominadas mutualistas. La única diferencia que sería posible señalar como particular de los bioartefactos creados por los seres humanos es la naturaleza intencional de nuestras producciones, sin que ello signifique que no puedan ser entendidas también en clave simbiótica o parasitaria.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 25 11/10/16 3:32 PM

¿POR QUÉ LOS BIOARTEFACTOS SON DIFERENTES DE LOS ARTEFACTOS?

La hipótesis que se propone para responder a la pregunta que encabeza este apartado es que los bioartefactos tienen *i)* funciones intencionales derivadas del diseño y uso, como cualquier tipo de artefacto, y *ii*) funciones biológicas, como cualquier otro organismo biológico. De esta manera, si para caracterizar un artefacto es preciso tener en cuenta su naturaleza dual (son estructuras físicas diseñadas, que llevan a cabo funciones referidas a la intencionalidad humana),[5] en el caso de los bioartefactos se deberá tener presente que aunque su estructura física puede resultar interesante, lo son aún mucho más las propiedades que emergen de su complejidad biológica, esto es, las funciones que como organismos biológicos pueden realizar. De hecho, la principal razón por la que los seres humanos comenzaron a hacer uso de ellos y posteriormente a modificarlos fue precisamente por la aparente similitud funcional de los organismos biológicos con los artefactos producidos por nosotros.

Según la concepción dualista del grupo de Delft, los artefactos técnicos son diferentes de los artefactos sociales, como las leyes o el dinero, puesto que la realización de las funciones que tienen como artefactos depende de manera crucial de su estructura física. El artefacto social *dinero* puede realizar su objetivo de las maneras más diversas, sin que éstas tengan necesariamente que ver con su estructura física. Al mismo tiempo, los objetos físicos o naturales también son distintos de los artefactos tecnológicos, debido a que estos han sido producidos y usados intencionalmente por los seres humanos para realizar ciertos objetivos. Cuando se dice que han sido producidos lo que se está implicando es que es preciso que los seres humanos los diseñen y produzcan para que aparezcan en el mundo, y solamente son artefactos debido a nuestra producción y uso.

[5] Peter Kroes y Anthonie Meijers, "The Dual Nature of Technical Artefacts", *Studies in the History and Philosophy of Science* 37 (2006): 2. DOI: 10.5840/techne2001531.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 26 11/10/16 3:32 PM

> These artefacts have a purpose or function: they are objects to be used for doing things and are characterized by a certain "for-ness". It is this teleological element that sets technical artefacts apart form physical objects. Physical objects, with the exclusion of biological entities, have, as physical objects, no function and exhibit no "for-ness": they acquire a teleological element and become technical artefacts only in relation to human intentionality. Thus in a twofold sense, human beings produce technical artefacts: in a physical and in an intentional sense (where the physical sense always involves the intentional sense, but not the other way around).[6]

De esta manera, un bioartefacto también será diferente de un organismo biológico, fundamentalmente porque su existencia en el mundo depende de nuestra producción y uso. Así, las sanguijuelas empleadas en la medicina tradicional no se pueden entender exactamente como bioartefactos, ya que su presencia en el mundo no depende de nuestra producción: sólo las usamos. Las sanguijuelas son escogidas (no seleccionadas) por su capacidad para llevar a cabo una función biológica, a la que damos un uso artificial; de la misma manera que una piedra escogida por sus características físicas para clavar las clavijas de una tienda de campaña –porque olvidamos el martillo–, no es un artefacto: su existencia es independiente de nuestras intenciones y del uso que podamos darle.[7]

Ahora bien, un animal domesticado, producto de la selección artificial intencional humana, existe solamente en tanto nosotros lo hemos producido. Es decir, una vaca lechera es característicamente un bioartefacto. Las vacas lecheras no pertenecen a una especie surgida a través de un proceso de selección natural (como las sanguijuelas). Sus antepasados naturales (no artefactuales) se extinguieron hace tiempo y las vacas lecheras pueden sobrevivir gracias a que nosotros las hemos producido y ahora mantenemos una cierta relación con ellas.

6 *Ibid*., p. 1.

7 En este punto me alejo de la propuesta de Dan Sperber, "Seedless Grapes: Nature and Culture", en Eric Margolis y Stephen Laurence (eds.), *Creations of the Mind*: *Theories of Artifacts and their Representation*, Oxford, Oxford University Press, 2007, pp. 124-137.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 27 11/10/16 3:32 PM

Sin embargo, ¿por qué hemos producido esa nueva especie artificial? ¿Qué características funcionales de sus antepasados nos parecieron interesantes como para que con el paso de las generaciones hayamos llegado a producir un organismo nuevo y, desde cierto punto de vista, incluso no funcional? ¿Es posible diferenciar entre distintos tipos de funciones en un bioartefacto?

Para poder responder a estas preguntas es necesario detenerse brevemente en las diferentes propuestas que se han realizado para dar cuenta de las características funcionales de los organismos biológicos. En ciencia se admiten como válidas las explicaciones funcionales para los fenómenos biológicos, a diferencia de lo que sucede con los fenómenos físicos. Cabe preguntar cuál es la función de un corazón, aunque es impensable que la física contemporánea admita una cuestión similar para, pongamos por caso, un sistema puramente físico como puede ser el sistema solar. Uno de los grandes hitos en la historia de la ciencia fue la eliminación de las explicaciones teleológicas en el ámbito de la naturaleza física. Con este cambio, que suele tener como marco temporal la revolución científica del siglo XVII, se rechazaban las explicaciones aristotélicas sobre los fines intrínsecos que los objetos naturales tenían, por ejemplo, a ocupar ciertas posiciones en el espacio. Las explicaciones teleológicas serían sustituidas por explicaciones causales si querían alcanzar el estatuto de científicas. Las buenas explicaciones científicas habrían de evitar recursos como los empleados por Aristóteles para explicar la caída de los cuerpos, o tautologías como la que propone Molière según la cual "el opio duerme a causa de su virtud adormecedora". En su lugar, se enunciarían principios generales que son la causa del comportamiento semejante de un gran número de fenómenos. Ahora bien, se ha admitido una excepción: las partes que componen un organismo biológico. La biología está atestada de explicaciones funcionales o teleológicas. En este ámbito es posible seguir haciendo preguntas acerca de la funcionalidad de un ítem dentro de un sistema sin que esa pregunta sea necesariamente tachada de no científica. Lo que sí es necesario es que se haga una traducción de esta pregunta teniendo presente que las causas de las funciones están en el pasado y, en ningún caso, en el futuro.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 28 11/10/16 3:32 PM

A continuación se planteará un breve resumen acerca de las principales concepciones acerca de la naturaleza de las explicaciones funcionales. Esto permitirá comprender en qué medida pueden emplearse estas propuestas para el caso de los bioartefactos y qué tanto es preciso entenderlos desde la caracterización artefactual.

LAS EXPLICACIONES FUNCIONALES

Las actuales propuestas acerca de las explicaciones funcionales se pueden dividir en dos grandes categorías: la teoría histórico-etiológica y la teoría sistémica. La teoría etiológica fue propuesta en los setenta por Larry Wright y desarrollada en los ochenta por Ruth Millikan y Karen Neander. Según esta teoría, la atribución de funciones en biología nos informa acerca de la historia evolutiva del ítem al que se le atribuye la función. Es decir, la atribución de funciones identifica los efectos por los que cierto rasgo fue seleccionado en el pasado. Así, los corazones tienen la función de bombear sangre, si y sólo si la irradiación de sangre es lo que ha causado que los corazones fuesen favorecidos por la selección natural.

La propuesta de Larry Wright fue la primera respuesta a los intentos reduccionistas de algunos miembros de la "concepción heredada" respecto a las explicaciones funcionales. La principal virtud de la propuesta de Wright es que consigue eludir el problema de la orientación hacia el futuro de las explicaciones funcionales y teleológicas, sin por ello enfrentarse al problema de la causalidad. Inauguraba así la línea de análisis funcionalista "histórico-etiológica". Wright propone que decir que la función de X es Z, significa:

(i) X está donde está porque hace Z,
(ii) Z es una consecuencia de que X esté ahí.

De esta manera, decir que la función del corazón consiste en bombear sangre significa que:

(a) dicho órgano está donde está porque bombea sangre y
(b) el hecho de que bombee sangre es una consecuencia de que el corazón esté donde está.[8]

El significado de (a) no plantea, en principio, ningún problema, simplemente afirma el comportamiento causal del fenómeno. Sin embargo, (b) sí es más problemático, ya que pretende justificar que ése y no otro, ha de ser el comportamiento del fenómeno en cuestión. Es decir, no tiene en cuenta la posibilidad de que X esté donde está por accidente; (b) no sólo explica qué hace X, sino que también justifica la ocurrencia de la función Z apelando al trasfondo causal de la existencia de X, es decir, al hecho de que X esté donde está. O, lo que es lo mismo, Z es una consecuencia causal de que X esté presente. Esta relación de consecuencia causal no implica que siempre que se dé Z deba darse X, ya que puede haber una multitud de fenómenos que den lugar a la misma función. Éste es el problema de la realizabilidad múltiple.

La teoría etiológica considera que la atribución de funciones es explicativa dentro de una teoría causal de la explicación. Wesley Salmon fue el primero en darse cuenta de la conexión que existe entre la teoría causal de la explicación y la explicación etiológica de las funciones.[9] A primera vista, la atribución de funciones parece tanto causalmente explicativa como preocupada por las consecuencias. Sin embargo, en la teoría causal de la explicación, las explicaciones son explicativas simplemente porque detallan el mecanismo por el que se produjo el fenómeno que quiere explicarse. Ahora bien, ¿cómo se puede explicar causalmente la presencia de un ítem apelando a sus consecuencias, si dichas consecuencia ocurren sólo después de la aparición del ítem en el mundo? La respuesta desde la teoría etiológica es que las funciones de cierto ítem en particular son un subconjunto, no de las consecuencias presentes, sino más bien de

[8] Larry Wright, "Functions", *Philosophical Review* LXXXII (1973), pp. 139-168. DOI: 10.2307/218376.

[9] Wesley Salmon, "Four Decades of Scientific Explanation", en P. Kitcher y W. Salmon (eds.), *Scientific Explanation* Minneapolis, University of Minnesota Press, 1989, pp. 111-116.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 30 11/10/16 3:32 PM

las consecuencias pasadas de tal ítem en los organismos que le precedieron y con los que guarda un vínculo reproductivo. Las consecuencias pasadas sí pueden ser causalmente efectivas y por ello las explicaciones etiológicas identifican las funciones de un ítem con las consecuencias pasadas que fueron causalmente efectivas en la evolución del ítem al que se le atribuye la función.

La propuesta de Ruth Millikan, en el marco de la concepción histórico-etiológica, es sumamente ambiciosa, ya que no sólo pretende dar cuenta de las funciones presentes en los órganos de los seres vivos, sino también de conductas mucho más complejas, como las cognitivas. De hecho, uno de sus principales objetivos es proponer una explicación naturalizada de la semántica.

Los conceptos básicos de su teoría son la noción de *función propia* y la de *función propia derivada* o *malfunción*. Las funciones propias se pueden comprender como herramientas conceptuales que nos permiten atribuir los objetivos o propósitos a los ítems funcionales, para lo que se recurrirá, únicamente, a la historia del fenómeno y no a su capacidad causal presente.[10] Se ha de entender, por ello, referido a una familia (o, en sentido más amplio, a un linaje). Un fenómeno tiene una *función propia* sólo si pertenece a una familia establecida reproductivamente (el linaje del fenómeno que queremos explicar y que tiene una función). Esta reproducción no tiene por qué ser biológica, es suficiente con que se reproduzca cualquier carácter que pertenezca a un modelo determinado. Los fenómenos que pueden reproducirse, por ejemplo, son los genes, los gestos corporales pertenecientes a las distintas culturas, las herramientas, o ejemplares de un mismo tipo lingüístico también pertenecerían a esta categoría.

Gracias a estos conceptos, Millikan construye la noción de *función propia*, que se puede aplicar tanto a fenómenos biológicos como artificiales. Decir que algo tiene una función propia directa significa que el fenómeno tiene la fun-

[10] Ruth Garrett Millikan, *Language, Thought, and Other Biological Categories,* Cambridge, MIT Press, 1984; Millikan, "In Defense of Proper Functions", *Philosophy of Science* 56 (1989), pp. 288-302. DOI: 10.1086/289488; Millikan, *White Queen Psychology and Other Essays for Alice,* Cambridge, MIT Press, 1993.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 31 11/10/16 3:32 PM

ción que tiene, independientemente de que se ejecute o de su posible malfuncionalidad, por razón de la historia del linaje de fenómenos al que pertenece.[11]

La definición de función propia de las partes y comportamientos de los organismos se complica por el hecho de que las partes y órganos de ciertos organismos no son copiados de partes y órganos de los progenitores de dichos organismos. Son los genes los que ayudan a producir tales ítems y no los ítems en sí mismos. Esto significa que atribuir funciones propias a los órganos de los organismos a través de la noción de reproducción tiene que incluir algo más que la mera copia. Millikan necesita una noción de reproducción que permita que un corazón sea el descendiente de los corazones de los progenitores. Para resolver este problema Millikan recurre a la idea de que las funciones propias se definirán con respecto a entidades que han sido reproducidas. La clase de entidades que son reproducidas incluyen (i) entidades que han sido copiadas, y (ii) entidades que han sido producidas con ayuda de entidades que han sido reproducidas y que tienen la función propia de ayudar a producir tales entidades. Los genes pertenecen a la primera categoría de entidades que han sido reproducidas, mientras que los órganos pertenecen a la segunda.

El sello distintivo de la acción de copiar es que las copias son similares al original. Para tener funciones propias, las entidades no sólo tienen que haberse originado mediante la copia, también deben haber participado en alguna clase de proceso selectivo. Tiene que haber competidores con un carácter diferente que no se han reproducido o que se han reproducido menos extensivamente debido, precisamente, a esa diferencia de carácter. Ese carácter heredado de los ancestros que ha permitido realizar *F* Millikan lo denomina carácter *normal o establecido reproductivamente*.[12]

[11] Millikan, *Language*, p. 28. Y también: "Putting Things Very Roughly, for an item *A* to Have a Function *F* as a Direct Proper Function", it is necessary (and close to sufficient) that […] *A* originated as a "reproduction" (for example, as a copy, or a copy of a copy) of some prior item or items that, *due* in part to possession of the properties reproduced, have actually performed *F* in the past, and *A* exists because (causally historically because) of these performances. Millikan, "In Defense", pp. 288-289.

[12] Millikan, *Language*, p. 28.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 32 11/10/16 3:32 PM

La noción de función propia tiene como noción correlativa la de malfunción. Si es posible decir lo que un ítem tiene que hacer, también será posible señalar cuándo falla al hacerlo, es decir, cuándo efectúa un malfuncionamiento. Según las explicaciones de Wright y de Cummins (más adelante) es difícil distinguir entre un malfuncionamiento y no tener la función. Por ejemplo, un corazón incapaz de bombear sangre adecuadamente, tiene la función de bombear sangre, aunque sea incapaz de llevarla a cabo, y a esto se debe que sea un ítem *malfuncionante*. Esta distinción es posible gracias a que la capacidad o disposición actual del ítem es un criterio determinante para que identifiquemos su función.

Mientras que la teoría etiológica de Millikan pretende poder ser aplicada a una gran variedad de rasgos, la de Karen Neander se realiza exclusivamente para la biología. En su artículo "Function as Selected Effects" de 1991 defiende una teoría etiológica de las funciones propias, según la cual, "roughly speaking, biological proper functions are effects for which trait were selected by natural selection".[13] Para Neander, la biología debe dar cuenta de la existencia de funciones como fenómenos normativos, que han de basarse en argumentos retrospectivos. La eficacia selectiva que se ha manifestado en ejemplares pasados determina una norma de ejecución sobre ejemplares actuales.

La propuesta de Neander asume dos cuestiones muy destacables. Por un lado, y en contra de la teoría darwiniana, considera que la unidad de selección es el genotipo y no el organismo. La otra tiene que ver con la noción de eficacia inclusiva, que también se opone a la eficacia darwiniana. Esta última se ha entendido tradicionalmente como la capacidad que tienen los individuos para producir copias viables de sus propios genes, o lo que es lo mismo, de descen-

[13] Karen Neander, "Function as Selected Effects: The Conceptual Analyst's Defense", *Philosophy of Science* 58 (1991), p. 196. DOI: 10.1086/289610. De manera un poco más desarrollada: "It is the/a proper function of an item (X) of and organism (O) to do that which item of X's type did to contribute to the inclusive fitness of O's ancestors, and which caused the genotype, of which X is the phenotypic expression, to be selected by natural selection. According to this theory, for instance, hearts have their proper function of pumping blood, because pumping blood is what hearts did that caused them to be favoured by natural selection". *Ibid*., p. 174.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 33 11/10/16 3:32 PM

dientes capaces de sobrevivir y de reproducirse. En cambio, la eficacia inclusiva propone que no siempre es el individuo el que resulta seleccionado, sino que lo son sus genes, independientemente de cuál sea su suerte una vez que han pasado a la generación siguiente.

Según Neander, las explicaciones funcionales son atribuciones de funciones seleccionadas. En "The Teleological Notion of Function" sostiene que las atribuciones de funciones generan o justifican (universal e intrínsecamente) explicaciones teleológicas. Como ejemplo comenta la explicación de por qué los pingüinos son miopes en tierra señalando que es "a by-product of an optical system that has the primary function of providing sharp visual focus under water where the penguins find their food".[14]

En cuanto a la propuesta sistémica, cuyo principal exponente posiblemente sea Robert Cummins, al considerar que la atribución de funciones describe el papel de cierta parte o actividad en el mantenimiento de una capacidad concreta en el sistema al que pertenece. Así, decir que el corazón tiene la función de irradiar sangre es decir que la irradiación de la sangre es lo que hace el corazón, y explica la capacidad del ítem para hacer circular la sangre. Según Cummins es imposible explicar la presencia de un ítem apelando a su función:

> To attempt to explain the heart's presence in vertebrates by appealing to its function in vertebrates is to attempt to explain the occurrence of hearts in vertebrates by appealing to factors that are causally irrelevant to its presence in vertebrates. Even if it were possible, as Nagel claimed, to deduce the presence of chlorophyll from the occurrence of photosynthesis, this would fail to explain the presence of chlorophyll in green plants in just the way deducing the presence and height of a building from the existence of its shadow would fail to explain why the building is there and has the height it does.[15]

[14] Karen Neander, "The Teleological Notion of 'Function'", *Australasian Journal of Philosophy* 69 (1991), p. 454. DOI: 10.1080/00048409112344881.

[15] Robert C. Cummins (1975), "Functional Explanation", *The Journal of Philosophy* LXXII, núm. 20 (1975), pp. 745-746. DOI: 10.2307/2024640.

Por esa razón rechaza la idea de que el objetivo de las caracterizaciones funcionales sea explicar la presencia del ítem (que bien puede ser un órgano, un mecanismo, un proceso…) que está caracterizado funcionalmente.[16] Lo que según Cummins podemos realmente explicar, y lo que de hecho explicamos mediante las funciones, es la actividad o la capacidad de un sistema del que el ítem al que atribuimos una función es una parte. Es decir, las explicaciones funcionales explican cómo un sistema es capaz de realizar una tarea compleja gracias a la identificación de la capacidad de diversas partes de ese sistema para realizar una serie de subactividades que se suman a la capacidad total. Por ejemplo, la explicación funcional de la capacidad de un organismo (el sistema) de hacer circular oxígeno explicaría esta capacidad como el resultado de la combinación de la capacidad de la sangre de transportar oxígeno, del corazón de bombearla y de los vasos sanguíneos de dirigir la sangre de los pulmones y los bronquios hasta los órganos y traerla de nuevo. La atribución de la función del corazón de propagar la sangre sirve para explicar la capacidad de la sangre de circular, pero no sirve para explicar la presencia del corazón.

La teoría de la explicación funcional se enfrenta a serios problemas. En el caso de la teoría etiológica, el principal escollo es el de la atribución de funciones que aparentemente se refieren a efectos más que a causas. Este problema ha sido formulado con claridad por Neander:

> The general prima facie problem with teleological explanations is often said to be they are 'forwardlooking'. Teleological explanations explain the means by the ends […], and so the explanans refers to something that is an effect to the explanandum, something that is forward in time relative to the thing explained. […] Indeed, because teleological explanations seem to refer to effects rather than prior causes, it looks at first sight as though backward causation is invoked. […] The prima facie problem gets worse, if that is possible, because many functional effects are never realized.[17]

[16] *Ibid*., p. 741.
[17] Neander, "The Teleological Notion", pp. 455-456.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 35 11/10/16 3:32 PM

En el caso de la propuesta sistémica, el principal problema que ha de afrontar es que la función propia de un ítem y una función accidental del mismo son indistinguibles, algo que sí consigue distinguir la propuesta etiológica. Desde la explicación sistémica no es posible saber cuál es la función del corazón, si bombear sangre o realizar un determinado sonido. En el primer caso, el corazón formaría parte de un sistema en el que llevaría a cabo una determinada función. Ahora bien, podemos imaginarnos otro sistema del que el corazón también formase parte, como por ejemplo, el que se establece entre un médico, el corazón de un paciente y el diagnóstico que tiene que realizar. En este caso, el sonido será una de las disposiciones interesantes del corazón a la hora de ser auscultado. Desde la explicación etiológica se puede establecer de forma más o menos clara que los corazones han proliferado no porque efectúen un sonido, sino porque permiten la circulación sanguínea.

Sin embargo, la explicación etiológica adolece del defecto de considerar que las múltiples funciones que pueden ser interesantes para comprender qué es lo que hace un ítem se pueden reducir fundamentalmente a una única función propia. Ahora bien, esto puede ser más que problemático para ciertos casos concretos. Por ejemplo, ¿cuál es la función propia del cerebro humano? Es un ítem que lleva a cabo múltiples funciones, todas ellas necesarias para diferentes propósitos, desde almacenar información y recuerdos, controlar nuestro aparato motriz o la manifestar la capacidad de hablar y razonar. Por supuesto, podemos dar explicaciones evolutivas de por qué nuestro cerebro es como es. Sin embargo, podríamos decir que desarrolla una malfunción desde un punto de vista, por ejemplo, si el portador de un cerebro no tiene capacidad visual por un daño en una zona concreta del mismo, aunque no por ello consideraríamos que todo el cerebro es malfuncionante. Ello se debe a que la interpretación que hacemos en muchos casos requiere de explicaciones sistémicas. Distinguimos entre diferentes funciones que los ítems aportan a distintos sistemas. Es más, gracias a las investigaciones biológicas y médicas se descubren constantemente nuevas funciones para los diferentes órganos que aportan una visión ampliada acerca de cómo contribuyen al sostenimiento general del sistema.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 36 11/10/16 3:32 PM

La adscripción de funciones no sólo tiene interés desde el punto de vista de las ciencias biológicas. La filosofía de la tecnología también se ha acercado a este asunto, aunque con un punto de vista y unas conclusiones un tanto diferentes debido a la naturaleza de los objetos de los que trata. Peter Kroes es uno de filósofos que ha abordado este problema junto con varios miembros de su departamento en la universidad de Delft. Así como en el caso de las funciones biológicas puede resultar controvertido adscribir funcionalidades y fines a los diferentes ítems (por las connotaciones teleológicas que implican), en el caso tecnológico la funcionalidad va implícita en el propio diseño del artefacto, luego se puede asumir más o menos aproblemáticamente. En un número especial de la revista *Studies in History and Philosophy of Science* de 2006 estos autores se plantean las principales caracterizaciones de los artefactos técnicos. La tesis común es que los artefactos técnicos tienen una naturaleza dual, son objetos que tienen una determinada estructura física que realiza una función. La principal característica definitoria es que han sido producidos y usados intencionalmente por los seres humanos para que lleven a cabo ciertos objetivos. Son producidos físicamente "in the sense that the physical objects involved are typically designed and made by human beings (this is certainly true for artefacts that are the result of modern engineering)".[18] También se dice que son producidos porque sólo gracias a la intencionalidad humana dichos objetos físicos se convierten en artefactos técnicos.[19] Es por ello que los artefactos técnicos tienen un propósito o función: por ser objetos para ser usados para hacer cosas. Precisamente esa finalidad de hacer algo es lo que los sitúa en un plano diferente de otros objetos físicos. Sólo a través de la intencionalidad humana adquieren funcionalidad.

Entre los miembros del grupo de Delft se ha analizado la posibilidad de utilizar las teorías histórico-etiológicas para comprender los artefactos tecnológicos.[20] Estos autores señalan que si se llevase a cabo una transposición

[18] Kroes y Meijers, "The Dual Nature", p. 1.

[19] *Ibid*.

[20] Peter E. Vermaas y Wybo Houkes, "Ascribing Functions to Technical Artefacts: A Challenge to Etiological Accounts of Functions", *British Journal of Philosophy of Science* 54 (2003), pp. 261-289. DOI: 10.1016/j.shpsa.2005.12.001.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 37 11/10/16 3:32 PM

simplista habría de suponerse que los artefactos técnicos tienen, al igual que los organismos biológicos, historias causales de reproducción y selección, para de esta manera poder identificar las funciones propias de un artefacto con las disposiciones por las que el artefacto ha sido seleccionado o las disposiciones que han contribuido causalmente a su existencia. Sin embargo, debemos ser conscientes de que los términos *reproducción* y *selección* cobran significados diferentes cuando son aplicados en el contexto tecnológico. Tanto la reproducción como la selección implican ahora el comportamiento intencional de ciertos agentes, mientras que desde el punto de vista biológico es implanteable una intencionalidad en el proceso. Además, en el sentido tecnológico la selección puede interpretarse de dos maneras diferentes: (i) en sentido restringido, en tanto la selección se aplicaría a un único artefacto seleccionado también por un único agente, o (ii) en sentido más amplio, según el cual la selección sería un proceso repetitivo que implicaría a muchos artefactos similares seleccionados también por un número relativamente extenso de agentes. Desde el punto de vista biológico, la selección sólo puede entenderse en este sentido amplio de selección repetitiva y nunca en el sentido restringido.[21] De manera que si queremos emplear la concepción etiológica para dar cuenta de las funciones de los artefactos tecnológicos sería preciso que las historias causales de éstos implicasen aspectos intencionales, o lo que es lo mismo, necesitaríamos una concepción etiológica (con historia reproductiva) e intencional al mismo tiempo.

Ahora bien, siendo cierto que este requisito no parece tener ningún sentido desde el punto de vista de los artefactos físicos, cobra una interesante dimensión para los bioartefactos. La principal ventaja de las teorías etiológicas es que permiten distinguir entre las funciones propias de un ítem de otras disposiciones haciendo referencia a la historia selectiva de dicho ítem. Los bioartefactos, como las especies animales resultado de un largo proceso de selección artificial, tienen una historia selectiva, en este caso no ciega, sino intencional o, si se quiere, son el resultado de la selección artificial. Ello no significa que

[21] Vermaas y Houckes, "Ascribing Functions to Technical Artefacts: A Challenge to Etiological Accent of Functions", pp. 262-263.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 38 11/10/16 3:32 PM

el mecanismo biológico implícito sea diferente. Simplemente cambiamos las circunstancias contextuales y la selección ya no sería ciega, sino intencional o teleológica. Pero, y quizá esto sea lo más interesante, cómo se defina la función propia de un organismo que cambia radicalmente si se interpreta desde una historia selectiva no intencional a si se hace desde una historia selectiva intencional. De hecho, se pueden mostrar ejemplos de especies animales artificialmente producidas con funcionalidades particulares que podrían interpretarse como malfuncionamientos o como funciones propias dependiendo de dónde pongamos la presión selectiva. Para comprender mejor la dinámica de esta transformación puede ser interesante que se haga un breve excurso acerca del proceso de domesticación, y dejar así patente el mecanismo mediante el cual se producen estos cambios funcionales en los bioartefactos.

LA DOMESTICACIÓN COMO UNA TÉCNICA PARA PRODUCIR BIOARTEFACTOS

Cuando los seres humanos comenzaron a domesticar animales y plantas no eran conscientes de la complejidad de los mecanismos implícitos en los procesos que estaban llevando a cabo. Durante un primer estadio de la domesticación se mantuvieron animales en cautiverio con el propósito de disponer de recursos alimentarios sin la necesidad perentoria de cazarlos. Por supuesto, los seres humanos ya habían pasado del estado de cazadores nómadas a recolectores asentados en una localización.[22] Desde el momento en que comenzaron a mantener cautivos a estos animales realizaron un proceso selectivo, escogiendo entre las diferentes especies disponibles aquellas que reunían una serie de características interesantes. De hecho, muy pocas especies animales han sido domesticadas:

[22] "Hunter-gather behaviour began to change at the end of the Pleistocene because of increasingly unpredictable climate, decreases in big-game species that were hunters' first-choice prey, and increasing human occupation of available habitats." Jared Diamond, "Evolution, Consequences and Future of Plant and Animal Domestication", *Nature* 418, núm. 8 (2002), p. 700. DOI: 10.1038/nature01019.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 39 11/10/16 3:32 PM

> In the case of livestock, among 148 non-carnivorous mammal species weighing more than 45 kg, only 14 have been domesticated.[23] Thirteen of these species come from Europe or Asia and only one from America (the llama). The proportion is ever lower in birds, with 10 of around 10 000 species being domesticated. Finally, domestication of fish is beginning in a few species.[24]

Esto no se debe a motivos irrelevantes. Hay una serie de rasgos que hacen que la domesticación de algunos animales sea más factible que la de otros. Entre esas características, probablemente el comportamiento gregario sea uno de los más interesantes.[25] También es importante que puedan ser alimentados fácilmente por los seres humanos, lo que explicaría por qué hay tan pocos animales carnívoros entre las especies domesticadas. También es importante que tengan cierta precocidad, valiéndose rápidamente por sí mismos sin necesidad de ser atendidos por sus progenitores o por sus cuidadores.[26] Estos quizá sean los motivos por los que la mayor parte de los primeros animales domesticados como fuente de alimento fuesen mamíferos ungulados y gallináceas, ya que reunirían estos requisitos.[27] Además, es importante que puedan reproducirse con facilidad en cautiverio y que los síntomas de celo consistan en actitudes obvias más que en rasgos poco evidentes.[28] Por otro lado, aquellos animales gregarios y con una estructura jerárquica de dominación también son interesantes, ya que este rasgo permitiría que los seres humanos adoptasen el papel

[23] Jared Diamond, *Guns*, *Germs and Steel*: *the Fate of Human Societies*, Nueva York, W. W. Norton & Company, 1999.

[24] Sandrine Mignon-Grasteau *et al*., "Genetics of Adaptation and Domestication in Livestock", *Livestock Production Science* 93 (2005), p. 4. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.001.

[25] Diamond, *Guns*.

[26] Diamond, "Evolution".

[27] Per Jensen, "Behaviour Genetics, Evolution and Domestication", en *The Ethology of Domestic Animals,* ed. P. Jensen, Wallingford, CABI Pub, 2002.

[28] Edward Owen Price, "Behavioral Development in Animals Undergoing Domestication", *Applied Animal Behavior Science* 65 (1999), pp. 245-271. DOI: 10.1016/S0168-1591(99)00087-8.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 40 11/10/16 3:32 PM

de animal dominante en el grupo.[29] La plasticidad en el comportamiento que permite una adaptación a las limitaciones propias del cautiverio o a una amplia variedad de entornos es, asimismo, un rasgo a tener en cuenta. Por último, aunque no menos importante, los animales propicios para ser domesticados deben manifestar una actitud temerosa hacia los seres humanos.[30] Es así que, por ejemplo, aunque se ha intentado durante mucho tiempo domesticar cebras en África no se han obtenido resultados fructíferos debido a que estos animales, aun reuniendo parte de los requisitos, mantienen un comportamiento feroz hacia nosotros, siendo además una especie con reacción de escape y ataque mucho más rápida que otros ungulados debido a su mejor visión periférica.

Sin embargo, como Houkes y Vermaas han señalado, la mera selección de un ítem no es lo mismo que producir un artefacto.[31] Escogimos aquellos animales por sus rasgos más convenientes para nuestros propósitos, de la misma manera que escogemos una bonita piedra en nuestro paseo por la playa para que nos sirva de pisapapeles. Usamos la piedra, pero ésta no es un artefacto puesto que simplemente estamos usando ciertas propiedades físicas de tal piedra sin cambiar sus propiedades físicas.

Ahora bien, hay una característica muy interesante de los fenómenos biológicos que nos permitiría distinguirlos de los objetos físicos. Cuando se comenzó a mantener en cautiverio a esos animales, comenzaron a producirse al mismo tiempo ciertos cambios de los que no éramos, en absoluto, conscientes. Durante el cautiverio se relaja la presión selectiva ya que pasamos a controlar las nuevas condiciones ambientales. Por ejemplo, los animales no tienen que volver a buscar comida, no tienen que evitar a los depredadores o reproducirse sólo estacionalmente. Así, algunos rasgos relacionados con la presión selectiva

[29] Jensen, "Behaviour Genetics".

[30] Price, "Behavioral Development"; Diamond, "Evolution"; Mignon-Grasteau, "Genetics of Adaptation", p. 6.

[31] Wybo Houkes y Peter E. Vermaas, "Contemporary Engineering and the Metaphysics of Artefacts: Beyond the Artisan Model", *The Monist* 92, núm. 3 (2009), pp. 403-419.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 41 11/10/16 3:32 PM

fueron desapareciendo porque ya no eran necesarios, dando lugar a ciertos cambios genéticos y morfológicos como el tamaño, el color del pelaje o plumaje, o sus hábitos alimentarios o reproductivos. Éste no es el caso cuando se seleccionan entidades puramente físicas, que como no tienen la capacidad de reproducirse, lo máximo que podemos decir es que sus características pueden degradarse, no transformarse en otras.

En un segundo estadio de la domesticación, los seres humanos se volvieron más activos en el proceso selectivo, eliminando aquellos animales que no eran capaces de reproducirse en cautiverio y favoreciendo aquellos otros "which can wean a high proportion of young in the environment provided by humans".[32] En este momento ya se tenía un propósito específico, manifestamos una intención positiva al preferir aquellos buenos reproductores frente a los reproductores deficientes. Asimismo, también se prefirió a los ejemplares jóvenes que fuesen capaces de alimentarse por sí solos de manera precoz, en lugar de ser alimentados por sus madres. En ese momento se comenzó a tener conciencia de que éramos capaces de seleccionar y mantener algunos animales que manifestaban ciertos rasgos interesantes, como, por ejemplo, ser capaces de poner más huevos o producir mayor cantidad de leche durante periodos que iban más allá del lapso normal de lactancia. Para entonces ya se habían producido algunos cambios en sus rasgos: algunos no intencionalmente buscados, como el aumento del número de ejemplares de color blanco entre las poblaciones domésticas (un rasgo poco interesante si se aplica un mecanismo de selección natural, salvo en muy excepcionales ocasiones como aquellos animales que viven sobre la superficie polar); o la disminución del tamaño de la cabeza y el cerebro hasta el punto de haber perdido capacidad sensitiva con respecto a sus antepasados evolutivos. Como bien explica Jared Diamond: "Good brains and keen eyes are essential to survival in the wild, but represent a quantitatively important waste of energy in the barnyard, as far as humans are concerned".[33] También se produjeron otros cambios, en este caso intencionalmente buscados,

[32] Mignon-Grasteau, "Genetics of Adaptation", p. 6.
[33] Diamond, "Evolution", p. 701.

como por ejemplo con respecto al tamaño de las especies: los uros (especie de la que desciende el ganado bovino) eran el doble de grandes que nuestras reses actuales, siendo la nueva especie domesticada mucho más fácil de manejar. Los pollos y los pavos, en cambio, aumentaron de tamaño, para poder producir una mayor cantidad de carne para consumo. Sin embargo, los cambios no se quedaron en el plano morfológico, también tuvieron lugar en el plano comportamental.[34]

En la siguiente tabla se resumen los cambios de comportamiento más destacables.[35] Se distinguirán los cambios que se produjeron en razón de una presión intencional de aquellos derivados sólo de los cambios contextuales (no intencionalmente pretendidos).

[34] Marcus W. Feldman y Kevin N. Laland, "Gene-Culture Co-Evolutionary Theory", *Trends in Ecology & Evolution* 11, núm. 11 (1996), p. 454. DOI: 10.1016/0169-5347(96)10052-5. Hay que tener presente que los cambios no se produjeron sólo en un sentido. En primer lugar los seres humanos tuvieron que enfrentarse a nuevas enfermedades que afectaban a estos animales y que hasta ese momento no habían supuesto un riesgo para las personas. El sarampión o la tuberculosis surgen a partir de enfermedades que afectaban al ganado domesticado, y la gripe parece que proviene de una mutación de un virus que afectaba a cerdos y patos. Asimismo, también se han producido cambios incluso en la fisiología de nuestro sistema digestivo. Por ejemplo, la absorción de lactosa por parte de los humanos adultos se puede interpretar en clave de co-evolución entre dos especies. Aquellas poblaciones humanas que tradicionalmente han consumido productos lácteos presentan niveles muy inferiores de individuos con intolerancia a la lactosa que en casos en los que no se consumen este tipo de productos, lo que se debe a que a lo largo de 6 000 años y aproximadamente 300 generaciones se han producido diferencias genéticas responsables de esa diferencia fenotípica entre poblaciones humanas. De esta manera, los riesgos derivados del consumo de productos biotecnológicos ha sido una constante desde el comienzo de nuestra relación con ellos, no siendo una característica definitoria de la biotecnología contemporánea. Y no sólo podemos hablar de cambios morfológicos, las nuevas relaciones con los animales y plantas domesticadas también dieron lugar a cambios comportamentales en los seres humanos, de hecho el tipo de cultura y de organización social característico de las nuevas comunidades de recolectores y ganaderos provocó un cambio revolucionario en nuestra forma de vida.

[35] Extraídos de Mignon-Grasteau, "Genetics of Adaptation" y de Price, "Behavioral Development".

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 43 11/10/16 3:32 PM

COMPORTAMIENTOS PERSEGUIDOS INTENCIONALMENTE

Relaciones con los seres humanos: docilidad	Los animales domésticos son mucho más dóciles que los salvajes. El temor ante los seres humanos puede seleccionarse, tal y como se ha demostrado en diversos experimentos realizados con codornices, pollos y pavos empleando el criterio de comportamiento (duración de la inmovilidad tónica) o los niveles de corticosterona después de ciertas situaciones estresantes.
Comportamiento reproductivo	La mayor parte de los animales domésticos son más precoces que sus parientes salvajes. La diferencia puede deberse parcialmente a la selección activa. La pérdida de estación de celo y muda también es una característica de los animales domesticados, al proporcionar los humanos un entorno que asegure la supervivencia de los nuevos ejemplares, incluso aunque nazcan en una estación desfavorable.
Comportamiento maternal	El comportamiento maternal es esencial para la supervivencia de los jóvenes, y parece ser más deficiente en el caso de los animales domésticos, aunque existen escasas comparaciones entre animales domésticos y salvajes. Las vacas Salers[36] amamantan durante más tiempo a sus crías que las vacas Holstein (27.0 s *vs.* 23.3 s), lamen a sus recién nacidos durante más tiempo (7.2 min *vs.* 2.3 min.),[37] y son menos receptivas a amamantar a un ternero que no es el suyo (10% *vs.* 50%), optimizando la leche para sus propios hijos.

COMPORTAMIENTOS NO INTENCIONALMENTE PERSEGUIDOS

Comportamiento hacia los predadores	*Relajación frente a los depredadores* Los animales domésticos manifiestan menos comportamientos antipredadores, probablemente debido a la relajación en la selección de esos rasgos.
Comportamientos alimentarios	Los animales domésticos muestran una menor motivación para buscar comida que sus parientes salvajes. Éstos buscan comida incluso aunque dispongan de ella, probablemente para aumentar la información ante alternativas de fuentes alimentarias. Los animales domésticos también parecen ser menos capaces de adaptar sus estrategias de búsqueda en ambientes cambiantes.

[36] Una raza considerada como de las más antiguas y genéticamente más puras de todas las razas europeas.
[37] Las vacas lecheras por excelencia.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 44 11/10/16 3:32 PM

Así, es posible afirmar que el proceso de domesticación y de selección artificial da lugar a cambios significativos en las especies, aunque lo hace por mecanismos diferentes: *i)* por un lado estarían aquellos rasgos que han surgido no intencionalmente debido a una falta de presión selectiva y, por otro, *ii)* aquellos que sí han sido seleccionados artificialmente y de manera intencional. Por ejemplo, el cambio en el color del pelaje o plumaje de los animales estaría entre los primeros. Aquellos animales con falta de pigmentación o sin la capacidad de pasar desapercibidos en un entorno natural no perecerían en las nuevas condiciones controladas, ya que no se verían amenazados por depredadores antes de reproducirse, de manera que ese rasgo no se ha visto sometido a la presión selectiva. Por supuesto, podríamos pensar que los animales con esta característica no tendrían muchas oportunidades de sobrevivir en caso de que volviesen a un estado natural (si es que queremos considerar artificial su estado actual); sin embargo, desde el punto de vista adaptativo, puede decirse que estos animales han tenido un gran éxito, sobre todo si tenemos en cuenta el número de ellos que existe en la actualidad y su expansión por muy diferentes áreas del planeta. Así, la funcionalidad del color externo de los animales desaparece. No se puede hablar de una sucesión de reproducciones dentro de una línea familiar que justifique su presencia funcionalmente. Es decir, es un rasgo que no tiene función alguna. Algo similar sucede con los zorros del experimento siberiano de Dmitry K. Belyaev, que siendo seleccionados por su mayor docilidad han terminado manifestando rasgos físicos muy similares a los de otros animales domésticos, algo de lo que al parecer ya se había dado cuenta el propio Darwin.[38]

El caso de los rasgos que se han seleccionado de manera intencional es diferente. Ahora la funcionalidad no desaparece, sino que cambia. El proceso de selección artificial ha dado lugar, sobre todo a partir del siglo XIX, momento en el que comenzaron a crearse la mayor parte de las razas especializadas, a un cambio en cuanto a la función de ciertos rasgos funcionales. De esta manera,

[38] Lyudmila N. Trut, "Early Canid Domestication: The Farm-Fox Experiment", *American Scientist* 87, núm. 2 (1999), pp. 160-169. DOI: 10.1511/1999.2.160.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 45 11/10/16 3:32 PM

y con el empleo de la selección artificial, se han producido intencionalmente ciertas razas capaces de llevar a cabo funciones un tanto particulares. Un ejemplo que nos puede hacer comprender mejor este cambio funcional puede ser el de las vacas lecheras, destacando el caso de la raza Holstein. Esta raza de vacas se caracteriza por sus altos niveles de producción de leche y la capacidad de seguir produciéndola incluso sin la presencia de su cría. Podría decirse que, antes de que existiese ningún proceso de domesticación y de selección artificial intencional, la función de las ubres de las vacas era alimentar a su descendencia. Una vez que se comienza a llevar a cabo el proceso de selección artificial esta funcionalidad se transforma, las ubres de las Holstein pasan a tener una función distinta: producir grandes cantidades de leche para el consumo humano. Se han producido cambios genotípicos que dan lugar a una manifestación fenotípica funcional muy especial. Estos cambios podrían considerarse malfunciones si la interpretación no tuviese en cuenta la presión selectiva artificial y su relación artefactual con el ser humano, tanto es así que si no son ordeñadas con cierta frecuencia padecen trastornos que pueden causar la muerte del animal. Sin embargo, interpretar este rasgo como una malfunción es un error, porque precisamente ese rasgo y no otro es el que se escoge para ser reproducido. De hecho, podría considerarse una malfunción de estas vacas que dejen de producir leche cuando son apartadas de su ternero (algo que sucede en otras razas). Por lo tanto, la función propia de la ubre de una vaca Holstein es producir grandes cantidades de leche, y en caso de que no lo haga será considerada como deficiente (o traducido al lenguaje funcionalista, no desempeñaría adecuadamente su función propia) y será sacrificada para que su carne sea consumida, y sus rasgos genéticos no sean perpetuados en un linaje. De esta forma, sólo si entendemos que la selección artificial introduce cambios significativos debido a la intencionalidad del proceso podremos dar una caracterización más completa y adecuada de las funciones de los bioartefactos. Es precisa, entonces, una descripción funcional que reúna tanto la idea reproductiva en un linaje que aporta la concepción etiológica, como la noción de intencionalidad aportada exteriormente a través del diseño humano.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 46 11/10/16 3:32 PM

Sin embargo, la compleja naturaleza de los organismos biotecnológicos sometidos a una presión selectiva excesiva da lugar a ciertas consecuencias imprevistas. Así sucede con ciertos rasgos que surgen de manera no deseada y que parecen derivarse de una presión selectiva excesiva sobre otro rasgo concreto.[39] Estos nuevos rasgos no deseados, que pueden ser fisiológicos, inmunológicos o reproductivos dan lugar a una mala adaptación de los nuevos ejemplares por razón de la búsqueda de una eficiencia excesiva en una de las funciones artefactuales. La aparición de estos efectos no deseados se explica gracias a lo que se conoce como la teoría de la asignación de recursos (resource allocation theory) propuesta por R. G. Beilharz, B. G. Luxford y J. L Wilkinson.[40] Desde la perspectiva evolucionista, los animales que están mejor adaptados al entorno natural tienen una mayor contribución (o un mayor número de alelos transmitidos) a las generaciones futuras que los animales menos adaptados. Por esta razón, los alelos relacionados con la adaptación (la salud, la reproducción, la longevidad, etc.) sustituyen a aquellos alelos vinculados con una menor adaptación. Según la teoría de la asignación de recursos, cuando las condiciones (internas o externas) son limitadas, es preciso hallar un cierto compromiso sobre cómo repartirse los recursos entre los diferentes rasgos. Asumiendo que en la naturaleza los alelos relacionados con una mayor adaptación predominan, en la naturaleza el reparto óptimo de los recursos significará una asignación mayor de recursos para aquellos alelos que maximizan la adaptabilidad del organismo. No obstante, la cuestión es diferente si se plantea en un entorno limitado y controlado, como el proporcionado por la selección artificial:

39 Wendy M. Rauw *et al.*, "Undesirable Side Effects of Selection for High Production Efficiency in Farm Animals: A Review", *Livestock Production Science* 56 (1998), pp. 15-33. DOI: 10.1016/S0301-6226(98)00147-X.

40 Rolf G. Beilharz, B. G. Luxford y J. L. Wilkinson, "Quantitative Genetics and Evolution: Is our Understanding of Genetics Sufficient to Explain Evolution?", *Journal of Animal Breeding and Genetics* 110 (1993), pp. 161-170. DOI: 10.1111/j.1439-0388.1993.tb00728.x.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 47 11/10/16 3:32 PM

> With artificial selection, however, the 'optimal situation' is being redefined towards high production. Moreover, fitness does not necessarily have to be as defined in nature, e.g. long reproductive life may not be necessary, but animals have to be (reasonably) healthy and reproductive. The theory implies that once a breeding goal has been defined, there is an optimum to what can be accomplished in a given, resource limited, environment. Increasing production by selection beyond this optimum will be compromised because the environment is not able to support the essential increase in resources required, resulting in a deviation from the optimum.[41] When a population is genetically driven towards high production, and thus allocating in a higher proportion of resources to this trait, less resources will be left to respond adequately to other demands, like coping with (unexpected) stressors. In this situation it is most likely that those traits not defined in the breeding goal will be the first ones from which resources will be diverted towards increased production.[42]

Es decir, la presión ejercida a través de varias generaciones de animales sometidos a la selección artificial para transformar sus funciones puede dar lugar a efectos no deseados que no sólo afectan la salud y el bienestar del animal, sino también la posibilidad de transmisión de los alelos deseados a sucesivas generaciones. Así, las vacas Holstein actuales requieren de más tiempo para poder volver a gestar y producen leche de menor calidad que otro tipo de vacas no sometidas a la misma presión selectiva. Se han realizado estudios similares con pavos, pollos y cerdos y las conclusiones son similares. De esta manera, someter a las especies domesticadas a una presión selectiva excesiva orientada a mejorar la eficiencia de un cierto rasgo funcional puede conducir a efectos no deseados y difícilmente predecibles. Ésta sería otra de las características que puede permitirnos distinguir los bioartefactos de los artefactos físicos, nuevamente porque los primeros son portadores de funciones más allá de las artefactuales.

41 *Ibid.*
42 Rauw *et al.*, "Undesirable Side Effects", pp. 28-29.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 48 11/10/16 3:32 PM

CONCLUSIONES

A lo largo de este artículo se han mostrado algunas de las principales diferencias que existen entre los bioartefactos y los artefactos físicos. Para ello, se ha tenido presente que los bioartefactos tienen una doble naturaleza: biológica y artefactual. Precisamente por su naturaleza biológica es posible describirlos desde una perspectiva funcionalista, aunque no intencional. Sin embargo, y en este caso por razón de su naturaleza artefactual, también son capaces de llevar a cabo funciones intencionalmente orientadas. De esta manera, su naturaleza funcional requiere que dispongamos de algún criterio que nos permita diferenciar entre aquellas funciones que son característicamente biológicas de las que son puramente artefactuales.

Se ha prestado una atención especial a los procesos tradicionales de domesticación animal, aunque la intención es ampliar este análisis en el futuro a otros mecanismos biotecnológicos. Es posible que la presentación que aquí se ha hecho deba ser modificada y mejorada si lo que queremos es comprender los artefactos obtenidos gracias a las técnicas biotecnológicas actuales. No obstante, tanto en la domesticación animal como en la biotecnología actual, ocurre que para comprender las funciones que los bioartefactos llevan a cabo es necesario ser conscientes de las constricciones propias de la naturaleza biológica de los mismos, sin por ello perder de vista que son artefactos, ya que, como bien defiende el grupo de Delft, su existencia en el mundo depende de nuestra producción y uso.

De entre las caracterizaciones que se han empleado para explicar qué queremos decir cuando hablamos de funciones parece que la propuesta etiológica-funcional es adecuada sólo hasta cierto punto para el propósito aquí perseguido. La razón de esa limitación, que es necesario destacar, es que la intencionalidad tiene un papel fundamental en el proceso de domesticación y de selección artificial, de tal manera que además de la historia reproductiva del ítem en cuestión, para comprender sus distintas disposiciones será preciso tener presente la naturaleza intencional de las creaciones humanas. Si los términos *reproducción* y *selección* no tienen un significado claro cuando son

aplicados en el contexto tecnológico, parece que sí lo tienen cuando lo que se analiza son bioartefactos.

El proceso de domesticación y selección artificial produce cambios significativos en ciertos rasgos de las especies a través de dos mecanismos diferentes. Así, es posible distinguir entre: *i)* aquellos rasgos que han surgido no intencionalmente debido a una falta de presión selectiva, y *ii)* aquellos que sí han sido seleccionados artificialmente y de manera intencional. Ésta es una de las diferencias fundamentales que puede establecerse entre los bioartefactos y los artefactos físicos. La complejidad del mecanismo de selección artificial y domesticación, unidos a la naturaleza también compleja de los fenómenos biológicos, hace que surjan propiedades a las que difícilmente se les puede asignar una función, aunque se deriven de rasgos que sí las tenían en el pasado. Por ejemplo, aquellos animales que provienen de antepasados que requerían camuflarse con el entorno, ahora han perdido esa necesidad y se han vuelto blancos o moteados. El nuevo color no tiene ninguna función, aunque tampoco puede interpretarse en clave de malfunción: la funcionalidad del color externo de los animales simplemente ha desaparecido.

Un caso distinto es el de aquellos rasgos que se han seleccionado de manera intencional, en el que la funcionalidad no ha desaparecido, pero ha cambiado. Se han producido cambios en el genotipo que provocan manifestaciones fenotípicas funcionales artificiales. Estos cambios genotípicos y fenotípicos podrían considerarse malfunciones si la interpretación no tuviese en cuenta la presión selectiva artificial y su relación artefactual con el ser humano, pero llegar a esta conclusión sería un error porque precisamente ése es el rasgo escogido (intencionalmente) para ser reproducido. Cuando se tiene presente que la selección artificial introduce cambios significativos debido a la intencionalidad del proceso estamos en disposición de proporcionar una caracterización completa y adecuada de las funciones de los bioartefactos.

También se ha visto otra diferencia importante entre los bioartefactos y los artefactos habituales. Los organismos biotecnológicos que se ven sometidos a una presión selectiva excesiva pueden manifestar malfunciones contrarias a nuestras intenciones y a la capacidad adaptativa y de supervivencia de

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 50 11/10/16 3:33 PM

las propias especies. La aparición de estos efectos se ha explicado gracias a la teoría de la asignación de recursos (resource allocation theory). De esta manera, la naturaleza compleja de los fenómenos biológicos da lugar a características imprevistas, algunas inocuas y otras perjudiciales. Posiblemente esta característica sea la que da lugar a la proclividad de los bioartefactos a manifestar consecuencias indeseadas en comparación con otro tipo de artefactos. Sin embargo, gracias al conocimiento científico se nos asegura que estos factores son controlables.

La teoría etiológica parece insuficiente para dar cuenta de estas peculiaridades, debido a que su propuesta no puede recoger el aspecto intencional de la selección artificial. De esta manera, no tendríamos capacidad de saber si la desaparición o el cambio de un rasgo obedecen a una intención o son meros efectos colaterales. Asimismo, la teoría sistémica tampoco es idónea para tratar las características de los bioartefactos, para los que la historia familiar y su pertenencia a un linaje son fundamentales si queremos dar cuenta del proceso por el que las funciones de una determinada especie han ido cambiando o se han mantenido a lo largo de la historia. La inclusión de los bioartefactos en la reflexión funcional, un tipo de artefactos que no había sido considerado hasta ahora, provoca la necesidad de desarrollar una nueva perspectiva que tenga presente las cuestiones evolutivas (que por excelencia han sido no intencionales) con la intencionalidad propia de todo proceso tecnológico.

En este artículo se ha tratado acerca de un tipo muy específico de bioartefacto, los organismos resultado de un largo proceso de selección artificial, dejándose de lado los nuevos productos de la ingeniería genética. Sin embargo, hay ciertas conclusiones sobre los organismos domésticos que pueden ayudar a la hora de analizar los bioproductos más modernos. La más importante tiene que ver con el último aspecto tratado en el apartado anterior. Cuando modificamos un organismo con un determinado propósito podemos estar alterando, sin ser conscientes de ello, otros rasgos. ¿Puede suceder lo mismo cuando la alteración se efectúa empleando los nuevos procesos?, ¿tienen fundamento los temores que muchos ciudadanos tienen con respecto a los artefactos biotecnológicos? Si tenemos presente que desde el mismo momento en el que se

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 51 11/10/16 3:33 PM

comenzó a domesticar plantas y animales asumimos riesgos y obtuvimos beneficios, ¿estamos dispuestos a asumir nuevos riesgos por los posibles beneficios futuros? Es más, ¿quiénes van a ser los principales beneficiarios de estas nuevas tecnologías y quiénes van a tener que asumir los riesgos? Todas estas preguntas quedan pendientes de su consideración futura, aunque para poder responderlas será necesario tener presente la complejidad funcional de los bioartefactos.

BIBLIOGRAFÍA

Beilharz, Rolf G., B. G. Luxford y J. L. Wilkinson "Quantitative Genetics and Evolution: Is our Understanding of Genetics Sufficient to Explain Evolution?", *Journal of Animal Breeding and Genetics* 110 (1993), pp. 161-170. DOI: 10.1111/j.1439-0388.1993.tb00728.x.

Cuevas Badallo, Ana, "Los bioartefactos: viejas realidades que plantean nuevos problemas en la adscripción funcional", *Argumentos de razón técnica*: *Revista española de ciencia*, *tecnología y sociedad*, *y filosofía de la tecnología*, núm. 11 (2008), pp. 71-96.

Cummins, Robert C., "Functional Analysis", *The Journal of Philosophy* 72 (1975), pp. 741-764. DOI: 10.2307/2024640.

Diamond, Jared, "Evolution, Consequences and Future of Plant and Animal Domestication", *Nature* 418, núm. 8 (2002), pp. 700-707. DOI: 10.1038/nature01019.

———, *Guns*, *Germs and Steel*: *the Fate of Human Societies*, Nueva York, W. W. Norton & Company, 1999.

Feldman, Marcus W. y Kevin N. Laland, "Gene-Culture Coevolutionary Theory", *Trends in Ecology & Evolution* 11, núm. 11 (1996), pp. 453-457. DOI: 10.1016/0169-5347(96)10052-5.

Houkes, Wybo y Peter E. Vermaas, "Contemporary Engineering and the Metaphysics of Artefacts: Beyond the Artisan Model", *The Monist* 92, núm. 3 (2009), pp. 403-419.

Jensen, Per, "Behaviour Genetics, Evolution and Domestication", en Per Jensen (ed.), *The Ethology of Domestic Animals*, Wallingford, CABI Publishing, 2002, pp. 10-24.

Kroes, Peter, "Technical Functions as Dispositions: a Critical Assessment", *Techné* 5, núm. 3 (2001), pp. 1-16. DOI: 10.5840/techne2001531.

Kroes P. y Anthonie Meijers, "The Dual Nature of Technical Artefacts", *Studies in the History and Philosophy of Science* 37 (2006), pp. 1-4. DOI: 10.1016/j.shpsa.2005.12.001.

Mignon-Grasteau, Sandrine, Alain Boissy, J. Bouix, J. M. Faure, A. D. Fisher, G. N. Hinch, P. Jensen *et al.* "Genetics of Adaptation and Domestication in Livestock", *Livestock Production Science* 93 (2005), pp. 3-14. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.livprodsci.2004.11.001.

Millikan, Ruth Garrett, *Language, Thought, and Other Biological Categories*, Cambridge, MIT Press, 1984.

———, "An Ambiguity in the Notion 'Function'", *Biology and Philosophy* 4 (1984), pp. 172-176. DOI: 10.1007/BF00127747.

———, *White Queen Psychology and Other Essays for Alice*. Cambridge, MIT Press, 1993.

———, "In Defense of Proper Functions", *Philosophy of Science* 56 (1989), pp. 288-302. DOI: 10.1086/289488.

Neander, Karen. "Function as Selected Effects: The Conceptual Analyst's Defense", *Philosophy of Science* 58 (1991), pp. 168-184. DOI: 10.1086/289610.

———, "The Teleological Notion of 'Function'", *Australasian Journal of Philosophy* 69 (1991), pp. 454-468. DOI: 10.1080/00048409112344881.

Newell-McGloughlin, Martina y Edward Re, *The Evolution of Biotechnology. From Natufians to Nanotechnology*, Dordrecht, Springer, 2006.

Price, Edward Owen, "Behavioral Development in Animals Undergoing Domestication", *Applied Animal Behavior Science* 65 (1999), pp. 245-271. DOI: 10.1016/S0168-1591(99)00087-8.

Rauw, Wendy M., Egbert Kanis, Elsbeth N. Noordhuizen-Stassen y F. J. Grommers, "Undesirable Side Effects of Selection for High Production Efficiency in Farm Animals: A Review", *Livestock Production Science* 56 (1998), pp. 15-33. DOI: 10.1016/S0301-6226(98)00147-X.

Salmon, Wesley C. "Four Decades of Scientific Explanation", en Philip Kitcher y Wesley C. Salmon (eds.), *Scientific Explanation*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 1989.

Smith, John E. *Biotechnology*, Cambridge, Cambridge University Press, 2004.

Sperber, Dan, "Seedless Grapes: Nature and Culture", en Eric Margolis y Stephen Laurence (eds.), *Creations of the Mind*: *Theories of Artifacts and their Representation*, pp. 124-137, Oxford, Oxford University Press, 2007.

Trut, Lyudmila N., "Early Canid Domestication: The Farm-Fox Experiment", *American Scientist* 87, núm. 2 (1999), pp. 160-169. DOI: 10.1511/1999.2.160.

Vermaas, Peter E., y Wybo Houkes, "Ascribing Functions to Technical Artefacts: A Challenge to Etiological Accounts of Functions", *British Journal of Philosophy of Science* 54 (2003), pp. 261-289. DOI: 10.1016/j.shpsa.2005.12.001.

Wright, Larry, "Functions", *Philosophical Review* LXXXII (1973), pp. 139-168. DOI: 10.2307/218376.

EPISTEMOLOGÍA DE LO ARTIFICIAL Y TIPOS DE ARTEFACTOS[1]

*Diego Lawler**
*Andrés Vaccari***

INTRODUCCIÓN

La visión intencionalista sobre los artefactos técnicos nos dice que un artefacto técnico es un objeto material producido intencionalmente con un determinado propósito, a saber, la solución de un problema práctico.[2] Varios rasgos de esta visión son destacables. Un artefacto técnico es un *objeto material* que implica una estructura describible según sus propiedades físicas que conjuntamente determinan el estado del sistema, mientras que los cambios en el sistema están gobernados por las leyes de la naturaleza. También es un objeto material *producido intencionalmente*, el cual depende de una intervención humana intencional sobre la materia. Una intervención de esta clase supone el

* Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina. IIF-SADAF (Instituto de Investigaciones Filosóficas de la Sociedad Argentina de Análisis Filosófico).
** Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. Centro de Estudios en Ciencia, Tecnología, Cultura y Desarrollo, Argentina.

1 Este trabajo ha sido realizado en el contexto de los siguientes proyectos de investigación: Proyecto PAPIIT-UNAM, IN403613UNAM (México) y el Proyecto: "Culturas materiales, culturas epistémicas: estándares, prácticas cognitivas y conocimiento, Universidad Autónoma de Madrid, Ministerio de Economía y Competitividad (España). Además, su producción ha sido posible gracias a la asistencia financiera del Conicet (Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas).

2 Fernando Broncano, *Mundos artificiales. Filosofía del cambio tecnológico,* México, Paidós, 2000; Broncano, *Entre ingenieros y ciudadanos,* Madrid, Montesinos, 2006; Peter Kroes, *Technical Artefacts*: *Creations of Mind and Matter. A Philosophy of Engineering Design*, Dordrecht, Springer, 2012; Diego Lawler, *Las acciones técnicas y sus valores*, Salamanca, Ediciones Universidad de Salamanca, 2003; Carl Mitcham, *Thinking through Technology*: *The Path Between Engineering and Philosophy*, Chicago, University of Chicago Press, 1996; Miguel Ángel Quintanilla, *Tecnología*: *un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 2006.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 55 11/10/16 3:33 PM

diseño de los objetos materiales: la materia tiene que ser transformada según ciertas ideas (contenidos de las intenciones) para que la construcción del sistema físico resultante comporte capacidades para realizar ciertas conductas. Los artefactos técnicos demandan tanto trabajo mental como trabajo físico.[3] Finalmente, los artefactos son producidos intencionalmente *para la solución de un problema práctico*. A diferencia de una obra de arte, que es un objeto hecho por razones estéticas, un artefacto técnico comporta un propósito práctico (p. ej., una máquina fotocopiadora es diseñada y usada para hacer copias de material impreso). Los artefactos técnicos están hechos para realizar funciones que conllevan una solución valiosa (eficaz y eficiente) a un problema práctico.

Los bioartefactos son artefactos biológicos, por ejemplo los organismos modificados genéticamente para ser usados con propósitos prácticos, pero también los organismos biológicos cuyas funciones han sido adaptadas a las necesidades humanas a través de un largo proceso de selección y crianza, que transforma a las funciones biológicas en funciones técnicas. Estos artefactos ocupan un lugar incierto entre los artefactos técnicos y los organismos biológicos, en tanto parecen poseer simultáneamente rasgos propios de los artefactos, así como también aspectos específicos de lo viviente. Como lo han señalado Longy y Perlman, no resulta fácil trazar una línea que claramente divida a los

[3] Françoise Longy, "How biological, cultural and intended functions combine", en Ulrich Krohs y Peter Kroes (eds.), *Functions in Biological and Artificial Worlds: Comparative Philosophical Perspectives*, Cambridge, The MIT Press, 2009, y Mark Perlman, "Changing the Mission of Theories of Teleology: Dos and don'ts for Thinking About Function", en Krohs y Kroes (eds.), *Functions*. La actividad del diseño involucra la concepción del artefacto así como su producción; en este sentido, reúne tanto actividades mentales como físicas. Broncano, *La estrategia del simbionte,* Salamanca, Delirio, 2012, p. 200. Esta mirada avanza contra la orientación tradicional del diseño, que reservaba para el término diseño la actividad exclusivamente mental. En la concepción tradicional, la producción de un artefacto técnico comprendía dos pasos, que podían ser tratados independientemente. Por una parte, un paso mental que consistía principalmente en concebir en algún formato representacional el artefacto técnico, que concluía con el diseño correcto del mismo. Por otra, la actividad física de su producción, a saber, la realización física del diseño. Para una revisión profunda de esta concepción tradicional, véase Kroes, "Technical Artefacts".

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 56 11/10/16 3:33 PM

organismos vivos de los bioartefactos.[4] En este artículo discutiremos la naturaleza de los bioartefactos y buscaremos identificar los principales problemas asociados con su caracterización. Nuestra tarea no implicará necesariamente una incursión ontológica, como un retrato básico de la clase de cosas que son los bioartefactos; por el contrario, nuestro foco de atención estará situado en el nivel epistemológico. A diferencia de la mirada habitual, daremos prioridad a la epistemología por sobre la metafísica.[5] El argumento que queremos defender afirma que pensar a los bioartefactos como híbridos entre artefactos y organismos acarrea serias dificultades, especialmente si los concebimos desde la perspectiva del teórico intencionalista tradicional sobre ontología de los artefactos (como lo hacen, por ejemplo, Olivé y Cuevas Badallo).[6] Nuestra contribución consiste en proponer un punto de vista que descentre la cuestión ontológica y localice al bioartefacto como un producto epistémico. Creemos que esto abre una serie de posibilidades interesantes; por ejemplo, desde esta perspectiva, un bioartefacto puede ser localizado en la intersección de marcos conceptuales diversos o en conflicto. Puesto que estos marcos epistémicos estructuran –y en ciertos casos *determinan*– prácticas humanas con consecuencias reales, este enfoque nos muestra en parte la realidad propia de los bioartefactos al interior de donde efectivamente anidan, a saber, en las prácticas humanas para transformar el mundo.

4 Adviértase la sugerencia de Sperber respecto de que los animales y las plantas pueden tener simultáneamente funciones biológicas, culturales y artefactuales. Dan Sperber, "Seedless Grapes: Nature and Culture", en Eric Margolis y Stephen Laurence (eds.), *Creations of the Mind: Theories of Artifacts and Their Representation,* Oxford, Oxford University Press, 2007, pp. 124-37.

5 La mirada habitual en la reflexión filosófica sobre los artefactos comienza por preguntarse qué clase de cosas son los artefactos (caracterización ontológica) para luego incursionar en el modo en que los conocemos (nuestro acceso epistémico a los artefactos).

6 León Olivé, "Los objetos biotecnológicos: concepciones filosóficas y consecuencias para su evaluación", *Acta Bioethica* 9, núm. 1 (2003), pp. 9-19. http://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2003000100002; Ana Cuevas Badallo, "Los bioartefactos: viejas realidades que plantean nuevos problemas en la adscripción funcional", *Argumentos de razón técnica: Revista española de ciencia, tecnología y sociedad, y filosofía de la tecnología,* no. 11 (2008), pp. 71-96.

Este trabajo está organizado de la siguiente manera. En primer lugar, caracterizamos en términos generales qué se entiende tradicionalmente por artefacto técnico. La idea básica que suscribimos como punto de partida proviene del teórico intencionalista. Para el teórico intencionalista hay una relación de dependencia entre los contenidos del mundo artificial y la mente humana. En palabras de Thomasson: "It is frequently observed that artifacts and other social and cultural objects are in some sense 'creations of the mind', depending in certain ways on human beliefs or activities".[7] Para retratar al teórico intencionalista, ofrecemos una discusión de esta relación de dependencia entre artefactos y mente humana. En segundo lugar, caracterizamos a los organismos biológicos. Esta tarea es mucho más complicada que la anterior, en tanto no existe un consenso en la comunidad científica sobre nociones elementales, como vida u organismo. De todos modos, el progreso o productividad conceptual de las ciencias biológicas (así como de cualquier ciencia) no depende de fuertes compromisos compartidos; todo lo contrario, la dialéctica y la controversia son su motor fundamental. En tercer lugar, cuestionamos tanto la dimensión supuestamente artefactual como la dimensión biológica de los bioartefactos suscrita por el teórico intencionalista, dado que éstas son el resultado de una concepción ontológica basada en supuestos cuestionables, tanto conceptual como históricamente. Finalmente, a partir de la discusión de algunos marcos tecnológicos relacionados con los bioartefactos, sugerimos que el enfoque ontológico habitual presenta a los bioartefactos como entidades aisladas, donde su funcionamiento resulta de la coalescencia de propiedades artificiales y naturales. Sin embargo, nuestra impresión es que esta conceptualización comporta compromisos específicos con el modo en que los bioartefactos se patentan, comercializan y difunden. Nosotros abogamos a favor de un distanciamiento del punto de vista del teórico intencionalista para poner la base para una filosofía de la tecnológica crítica de los bioartefactos, y esto supone otorgar una prioridad al punto de vista epistemológico frente al ontológico.

[7] Amie L. Thomasson, "Artifacts and Human Concepts", en Margolis y Laurence (eds.), *Creations of the Mind,* p. 52.

EL TEÓRICO INTENCIONALISTA Y LOS ARTEFACTOS TÉCNICOS

La tesis básica que promueve el teórico intencionalista, simplemente enunciada, sugiere que un artefacto es el objeto que es debido a que ha sido creado con la intención de ser precisamente ese objeto y no otro. Así, por ejemplo, según este enfoque, lo que distingue a un artefacto de un objeto natural no es el hecho de que los artefactos presenten propiedades funcionales, puesto que muchos objetos naturales (por ejemplo, los órganos) presentan propiedades funcionales; por el contrario, el hecho que distingue a los artefactos está relacionado con el origen de esas propiedades funcionales. En los artefactos, las propiedades funcionales dependen de los estados mentales de los diseñadores, productores y usuarios.[8]

Hay diversas maneras de elucidar esta relación de dependencia entre estados mentales y propiedades o estados artificiales. Por ejemplo, Risto Hilpinen afirma: "Un objeto es un artefacto si y sólo si tiene un autor".[9] Según esta afirmación los conceptos de artefacto y autor son correlativos –por ejemplo, cualquier condición que se aplica a la noción de artefacto también se aplica ipso facto a la noción de autoría y viceversa–. Esta afirmación destaca el siguiente asunto: la idea de que algo es un artefacto demanda que ese algo haya sido producido por alguien. Desde este punto de vista, un artefacto es un producto de la acción humana. No obstante, no todo lo creado por el esfuerzo y la actividad humana es un artefacto. Un artefacto requiere que haya sido producido por algún agente humano (o proxy de un agente humano) según ciertas intenciones. Esto es lo que vuelve correlativas a las nociones de artefacto y autoría. Por consiguiente, la afirmación inicial, correctamente leída, señala que un artefacto depende para su existencia de ciertas intenciones humanas.

[8] Baker elabora esta intuición de modo particular en su propuesta que denomina "el punto de vista constitutivo". Lynne Rudder Baker, *The Metaphysics of Everyday Life. An Essay in Practical Realism*, Nueva York, Cambridge University Press, 2007, pp. 49-66.

[9] Risto Hilpinen, "Authors and Artifacts", *Proceedings of the Aristotelian Society* 93 (1993), p. 156. DOI: 10.2307/4545171.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 59 11/10/16 3:33 PM

Ahora bien, ¿cómo debe entenderse esta dependencia que mantiene un artefacto con la intención de su autor? Una manera simple de enfrentarse a esta pregunta es respondiendo esta otra: ¿qué distingue a alguien que diseña un artefacto de alguien que meramente realiza trazos sobre un papel o manipula símbolos? Intuitivamente podría decirse que quien realiza trazos sobre el papel actúa sin ninguna clase significativa de dirección mental. Por el contrario, las acciones de quien diseña un artefacto están guiadas por cierta noción de lo que hace. Aceptar la dependencia de los artefactos de las intenciones humanas es una posición a primera vista atractiva y que, en general, es naturalmente asumida. Cuando se piensa en los artefactos como los productos de acciones productivas intencionales se conciben naturalmente como los logros efectivamente intentados de esas acciones, a diferencia de otros resultados que constituyen consecuencias no queridas de esas acciones, y a los cuales no se piensa como constituyendo artefactos propiamente dichos. Sin embargo, ¿qué clase de intención es la de producir un artefacto? Hilpinen sugiere una pista para abordar este asunto: un objeto es un artefacto "sólo si es intencionalmente producido por un agente bajo ciertas descripciones del objeto, donde al menos una de estas descripciones debe ser una descripción de clase".[10] Imaginemos la siguiente situación. Un artesano se encuentra en su taller produciendo un objeto que es un cuchillo. Según la pista sugerida por Hilpinen, el objeto que ha de producir el artesano será efectivamente un cuchillo si y sólo si el artesano lo produce intencionalmente con un conjunto de descripciones, por ejemplo, "con el filo de acero", "con el mango de marfil", "de tamaño medio", donde al menos una de estas descripciones es de la clase de cosa que es el objeto, esto es, "que sirva para cortar cuando se lo toma por el mango" o "que sea un cuchillo". La corazonada de Hilpinen que está detrás de esta afirmación es sencilla e intuitiva: para que un objeto devenga un artefacto de cierta clase, el contenido de la intención de su hacedor (autor) debe contener el concepto del objeto cuya hechura el hacedor intenta; de lo contrario, éste no sabría en ningún sentido la

[10] *Ibid*., p. 157.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 60 11/10/16 3:33 PM

clase de cosa que está haciendo. El concepto del objeto que el hacedor intenta hacer o la descripción de la clase de cosa que intenta determinan, en cierto sentido, la identidad del objeto así como el criterio por el cual puede ser distinguido de otros objetos y clases de cosas. Si esto es así, entonces las propiedades que finalmente porte el objeto dependerán del contenido de la intención del agente –específicamente del concepto que el hacedor posee respecto de la clase de cosa que está produciendo–. Sin embargo, no basta con que el hacedor posea un concepto del artefacto como contenido de la intención que guía su hacer productivo; además, esta intención debe realizarse con éxito. La razón para este constreñimiento es muy simple. Si la intención no se realiza con éxito, entonces no tendríamos propiamente hablando de autoría, puesto que el objeto producido no se ajustaría al contenido de la intención del autor. En definitiva, no basta con que el objeto producido, para ser un artefacto, dependa del contenido de la intención del hacedor, sino que, por una parte, su producción debe ajustarse al contenido mismo de la intención, y por otra, el hacedor debe aceptar que el resultado de su hacer productivo satisface efectivamente el contenido de su intención.[11]

En trabajos recientes, Amie Thomasson ha vuelto a darle impulso filosófico a estas intuiciones.[12] Reflexionando sobre la naturaleza metafísica de los artefactos, esta autora señala que los artefactos y las clases artificiales a las que pertenecen están "constituidos por los conceptos y las intenciones de sus respectivos hacedores".[13] Por ejemplo, hacer una bicicleta es resultado de una intención humana de producir un objeto que pertenezca a la clase "bicicleta", sin embargo, ¿qué clase de intención es esta intención? Siguiendo a Thomasson, habría que decir que una intención como ésta "no puede ser meramente entendida de manera transparente, como una intención desnuda de producir 'uno de esos' (señalando hacia un ejemplo)".[14] La intención humana de hacer

[11] *Ibid*. Hilpinen denomina "condiciones de dependencia", "condiciones de éxito" y "condiciones de aceptación" a sus elaboraciones sobre estas tres cuestiones.
[12] Thomasson, "Artifacts and Human Concepts".
[13] *Ibid*., p. 53.
[14] *Ibid*., p. 58.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 61 11/10/16 3:33 PM

un objeto que pertenezca a cierta clase artificial se entiende adecuadamente en estos términos:

> [L]a clase relevante de intención para hacer una cosa artificial de la clase *K* debe, por tanto, suponer un concepto sustantivo (y sustancialmente correcto) de lo que es la clase *K*, incluyendo el entendimiento de qué clase de propiedades son relevantes para especificar la pertenencia a la clase *K*, además de la intención de realizar o plasmar muchas de esas propiedades en el objeto creado.[15]

Y agrega: "Otra condición es necesaria: para crear un miembro de la clase artificial *K*, es también necesario que la intención sea al menos realizada de manera exitosa".[16] Esta dependencia constitutiva de un artefacto respecto del contenido de la intención de su creador ha sido recientemente reformulada por esta autora en términos de condiciones necesarias:

> Necesariamente, para todo x y para toda clase artefactual *K*, x es un *K* sólo si x es el producto de una intención largamente exitosa de (*K*x), donde uno intenta (*K*x) sólo se tiene un concepto sustantivo de la naturaleza de los ks que largamente se ajusta al concepto que poseen los grupos previos de hacedores de *k*s (si es que hay algunos) y uno intenta realizar ese concepto imponiendo características *K*-relevantes en el objeto.[17]

La posición mostrada puede resumirse diciendo que la existencia de un artefacto particular con unas determinadas características es el resultado de la realización de la intención de un agente, cuyo contenido comporta una idea de la clase de cosa que se produce o se trae al mundo.[18] A su vez, esta intuición puede

[15] *Ibid*., p. 59.
[16] Véase nota 14.
[17] *Idem*.
[18] Adviértase que esta intuición recoge la sugerencia de Simon de que una entidad artificial incorpora tanto leyes naturales como propósitos humanos. Las cosas artificiales podrían, entonces, caracterizarse atendiendo a sus funciones así como a sus componentes materiales. Las funciones dependen de los objetivos o propósitos humanos asignados

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 62 11/10/16 3:33 PM

elucidarse del siguiente modo.[19] Dado un hacedor *H* y un artefacto *x*, se afirma que *H* produce *x* si se dan las siguientes condiciones: *1) H* tiene la intención *i* de producir *x*; *2)* el contenido de la intención *i* de *H* comporta una idea de qué clase de cosa es *x*, la cual puede involucrar una o varias propiedades de *x*, por ejemplo, sus funciones, su forma y su estructura física, entre otras; *3) H* realiza la intención *i*; *4)* la intención *i* se satisface con cierto éxito; *5) H* está en condiciones de evaluar el grado de éxito de la satisfacción de su intención *i* de producir *x*.

A los ojos del teórico intencionalista los artefactos deben su modo de ser a la intención humana, pero incluso más, las explicaciones de los artefactos tecnológicos en funcionamiento o, en sentido más amplio, en acción en contextos determinados tienen que ser referidas, en última instancia, a la intención creadora, la cual dota de funciones intencionales a la materia organizada.[20]

Antes de cerrar esta sección, quisiéramos destacar un aspecto del punto de vista del teórico intencionalista. Por una parte, el autor (o diseñador) es

al artefacto. Los componentes materiales recortan eso que Simon denomina "medio ambiente interno" o "carácter" de un artefacto. Estos componentes aglutinan las propiedades físicas y químicas del artefacto, cuya interacción causal especifica su estructura y organización interna. Esta sugerencia está promovida por la corazonada de pensar en los artefactos como "interfases" o "puntos de encuentro" entre tres territorios: el medio ambiente interno, el medio ambiente externo y el ámbito de los deseos humanos. Una corazonada que se deriva de su concepción sobre el diseño como actividad composicional mediante la cual los seres humanos actuamos intencionalmente en la realidad para transformarla planificada y racionalmente según nuestros objetivos y propósitos. Las cosas artificiales *sensu stricto serían los resultados intencionales de la adaptación de la realidad material a nuestros deseos.* Herbert Simon, *The Sciences of the Artificial,* Cambridge, The MIT Press, 1969, pp. 6- 9.

[19] Diego Lawler, "Intenciones y artificios", *CTS: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad* 14, núm. 5 (2010), p. 121; Jesús Vega y Diego Lawler, "Creating Artefactual Kinds", en *Artefact Kinds. Ontology and the Human-Made World*, M. Franssen *et al*., Dordrecht, Springer, 2014, p. 116.

[20] Searle recoge este punto de vista cuando afirma: "When I describe it as a screwdriver, I am specifying a feature of the object that is observer or user relative. It is a screwdriver only because people use it as (or made it for the purpose of, or regard it as) a screwdriver." John R. Searle, *The Construction of Social Reality*, Nueva York, The Free Press, 1995, pp. 9-10. La función del artefacto depende causal y constitutivamente del contenido de la intención del diseñador/usuario.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 63 11/10/16 3:33 PM

el que tiene la intención, el que "intende" (*intends*). Pero esta intención no sólo debe generarse de algún modo (los teóricos intencionalistas tienden a tomar la intención como causa primera), sino también ejercerse a lo largo de la dimensión temporal o *agencial* de la acción (como realizarse). La intención debe ejercer un control sostenido sobre el curso de la acción, pero no queda claro cómo esta intención puede permanecer estable o fija a lo largo de las complejas negociaciones implicadas con el mundo, incluso, en las acciones técnicas más simples. Como veremos, esta dimensión agencial cobrará una importancia crítica en el contexto biológico, en el cual los organismos actúan de acuerdo con una autonomía (o teleonomía) natural. Uno de los aspectos más característicos de los bioartefactos es justamente éste: su autonomía, esto es, su "accionar" se lleva a cabo independientemente de una supervisión humana. En este sentido, se asemejan a máquinas autónomas o sistemas tecnológicos complejos, puesto que poseen un alto grado de independencia de acción.

ORGANISMOS Y ARTEFACTOS

Como, desde la mirada intencionalista, los bioartefactos son híbridos, el próximo paso lógico sería caracterizar su componente "biológico". Como se dijo antes, esta tarea reviste mayor complejidad que la anterior, puesto que no hay en la comunidad científica un acuerdo estable sobre nociones básicas como vida u organismo. En este apartado, nuestra estrategia es negativa y parte de un realismo ingenuo: consideraremos que la existencia de los organismos biológicos no depende de algún tipo de relación con la mente humana.[21] Nos parece que la identificación de una *autonomía* biológica (análoga a una *agencia* humana) es suficiente como para caracterizar a los organismos en el contexto intencional. Desde esta perspectiva, los organismos biológicos poseen un principio de acti-

[21] Esta afirmación es el negativo de la tesis de la dependencia de la mente, empleada por el teórico intencionalista para caracterizar el mundo artificial y sus pobladores, a saber, los artefactos.

vidad (eso, sea lo que sea, que los hace ser lo que de hecho son) que es completamente independiente de la mente humana. Los organismos biológicos, para decirlo con otras palabras, están en la naturaleza con completa indiferencia hacia nuestros intereses, planes y actividad intencional en general.[22] Los bioartefactos son una muestra de la intervención intencional humana sobre entidades vivientes; pero, *qua* organismos biológicos, poseen funciones propias. En términos generales, para el teórico intencionalista, los bioartefactos son una clase de entidades que ha sido modificada intencionalmente por agentes humanos o derivados de agentes humanos (por ejemplo, robots) con el propósito de que realicen un conjunto de funciones biológicas para alcanzar determinados objetivos. Obviamente, las metas que se persiguen con estas modificaciones intencionales no necesariamente coinciden con los fines o metas de las funciones biológicas de los organismos modificados o intervenidos, puesto que los organismos son puestos a desempeñar roles en contextos de planes de acción individuales y colectivas intencionales que exceden sus capacidades *qua* organismos. Las funciones de estos organismos realizan contribuciones valiosas al interior de tales planes, la intuición de qué es una contribución valiosa de alguna manera recoge la modificación intencional introducida en ellos.[23]

Esta concepción intencionalista establece una distinción ontológica, prístina y originaria, entre mente y materia, y naturaleza y cultura. Nuestro propósito es cuestionar esta piedra fundacional del enfoque del teórico intencionalista. El problema es que la teleología natural y la función artefactual no son necesariamente equivalentes o siquiera conmensurables; es decir, pensar a los bioartefactos como poseedores de *funciones* ya implica de por sí una fuerte

[22] Para una discusión del impacto de un criterio como éste, de cuño aristotélico, para trazar una diferencia y delinear la clase de los artefactos, véase Jesús Vega, "La sustancialidad de los artefactos", en Diego Parente (ed.), *Encrucijadas de la técnica*: *ensayos sobre tecnología*, *sociedad y valores*, Buenos Aires, Editorial de la Universidad de la Plata, 2007.

[23] Longy, por ejemplo, afirma que las modificaciones introducidas en los organismos vivos por parte de los agentes humanos es una forma de "sabotaje" de un mecanismo biológico para satisfacer unos fines externos a las metas propiamente biológicas, los cuales vendrían elaborados por planes productivos intencionales en manos de esos agentes. Longy, "How Biological…".

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 65 11/10/16 3:33 PM

carga metafísica. Las concepciones públicas más generalizadas sobre los bioartefactos (a las que nos referimos como "intencionalistas") parten de esta distinción. Estas concepciones son el producto de una larga historia en la que la noción de función biológica se construyó a partir de la función artefactual mediante el uso de metáforas tecnológicas aplicadas a lo viviente. Esta historia comienza con Aristóteles, y su comparación entre los aspectos teleológicos de la producción artificial y los que caracterizan los procesos biológicos, pero su punto de inflexión crítico fue la mecanización de la biología en el siglo XVII, particularmente el mecanicismo de Descartes. Aquí se postula por primera vez la identidad metafísica de los organismos vivos y las máquinas. Este radical realineamiento ontológico es el nudo de la genealogía conceptual de los debates alrededor de los bioartefactos, el posthumanismo, etc.[24] Como bien argumenta Fern Wickson, no es coincidencia que las patentes hayan comenzado a existir durante este mismo periodo, como forma de protección legal: "El sistema actual de protección de patentes[…] se ha desarrollado en un momento en que el mundo natural estaba siendo conceptualizado como algo no diferente de una máquina".[25] La noción de función artefactual quizá no es tan problemática en su contexto original, dado que las funciones biológicas también se concebían análogamente como intencionales (por ejemplo, las intenciones de Dios).[26] La metáfora de la máquina estableció la posibilidad de rediseñar la naturaleza siguiendo paradigmas ingenieriles. Asimismo, los escritos de Descartes sobre la fisiología y la óptica son una especie de laboratorio en el que se ensayó la fusión teórica y práctica de máquinas y organismos, al menos en dos sentidos: *a)* la alteración protésica e instrumental de los organismos vivientes (incluido el mismo ser humano), su producción, extensión y mediación tecnológicas, y

[24] Andrés Vaccari, "Dissolving Nature: How Descartes Made Us Post-Human", *Techné* 16, núm. 2 (2012), pp. 138-86.

[25] Fern Wickson, "Patenting Living Organisms: Are Human Beings the Inventors of Life?", *Alpheus*: *Postgraduate Online Journal* 1 (2004), p. 20.

[26] La llegada del darwinismo complicó mucho esta analogía funcional, dado que impuso una noción etiológica de función que se refiere a la historia causal de las estructuras del organismo. El debate sobre esta cuestión todavía continúa y se centra sobre la legitimidad ontológica de la función, considerando que los organismos no tienen diseñador.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 66 11/10/16 3:33 PM

b) la integración funcional y práctica de artefactos y seres vivientes en contextos médicos, industriales, militares, y otros.

Consideremos algunos ejemplos de la historia de la biotecnología o la producción "intencional" de entidades vivientes. Veremos que el esquema del teórico intencionalista nos remite a esta genealogía de lo viviente-artificial. En su definición más amplia, la biotecnología abarca la ingeniería de plantas, animales y seres humanos con propósitos terapéuticos e industriales, e implica tanto producción como modificación y *enhancement* de las "potencialidades naturales" de la información genética de los seres vivos. Entre otras consecuencias, la estrecha colaboración entre tecnología, biología e industria resulta en la conceptualización de organismos vivos como creaciones artificiales sujetas a las leyes de propiedad intelectual. Podemos mencionar algunos hitos históricos. En 1873 Luis Pasteur obtiene del gobierno estadunidense una patente para un cultivo de levadura pura. El nacimiento de la química orgánica (en particular con Friedrick Woehler, quien en 1828 sintetiza la urea, la primera sustancia orgánica animal producida en un laboratorio), supuestamente suministra el golpe mortal al vitalismo. La primera patente para una planta (la New Dawn Rose) es otorgada en 1931, en 1980 la Suprema Corte de Estados Unidos confiere la primera patente a un organismo genéticamente modificado: el controversial e histórico caso de Diamond *vs*. Chakrabarty).

Así podemos considerar, bajo un mismo enfoque, los organismos genéticamente modificados, el Proyecto Genoma Humano, la biogerontología, la producción de alimentos transgénicos y las reprotecnologías. Explorando la historia de la agricultura y la domesticación de animales, vemos que la modificación de organismos vivientes y la creación de nuevas especies son actividades tan viejas como la humanidad misma. En el caso de las patentes, los casos de producción de nuevas especies a través de mestizaje (*interbreeding* tanto de plantas como de animales) no son patentables, dado que carecen de la dimensión técnica necesaria para ser considerados "invenciones". En el caso decisivo de *Diamond vs*. *Chakrabarty*, el dictamen de la Corte Suprema de Estados Unidos se basó en una interpretación de un estatuto de la ley de patentes que define "cualquier nuevo y útil proceso, máquina, manufactura o composición

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 67 11/10/16 3:33 PM

de materia" como patentable.[27] El hecho de que el microorganismo modificado por Chakrabarty era un ser vivo no se consideró como legalmente relevante, y la mayoría del jurado se inclinó a interpretar "manufactura" y "composición de materia" de una manera amplia, incluyendo dicho producto.

El fallo de la Corte Suprema norteamericana se adhirió estrictamente a la conceptualización pública a la que nos referíamos anteriormente: existe un mundo "natural" y un mundo "artificial" que son ontológicamente puros, originarios y distintos entre sí. De esta falla originaria surgen, y de ella dependen, los polos que ordenan nuestra metafísica: mente y materia, máquina y organismo, cultura y naturaleza, entre muchos otros. La tecnología es actividad o acción intencional en la que no se distingue la "creación" de una función de su modificación. Tomemos un ejemplo sencillo para ilustrar esta distinción. Un jinete que monta un caballo, con el propósito de llegar a algún lado, no modifica al caballo en sí, si no que apropia o explota una función biológica del organismo (la locomoción) con un fin intencional, pero sin modificar a dicho organismo. Por supuesto, el caballo puede ser considerado una creación artificial, el producto de un mestizaje que se ha llevado a cabo a lo largo de generaciones, pero no cumpliría con los requisitos mínimos necesarios para ser considerado "bioartefactual". Es decir, el jinete no podría patentar al caballo aduciendo que ha modificado la estructura funcional del organismo.[28] El problema del teórico intencionalista es que no puede capturar de un modo fino las diferentes dimensiones de la artificialidad. De hecho, para el enfoque intencionalista, no existen "bioartefactos" sino sólo artefactos; el componente biológico sólo

[27] Daniel J. Kevles, "Ananda Chakrabarty Wins a Patent: Biotechnology, Law and Society", *Historical Studies in Physical and Biological Sciences* 25 (1994), pp. 111-135. DOI: 10.2307/27757736.

[28] Podemos comparar esto con el caso de una roca que un usuario usa como martillo: el usuario en este caso también explota una característica natural del objeto, pero la "dureza" no es una función intrínseca de la roca; por el contrario, la digestión, en el caso de los microorganismos, sí es una de sus funciones. Mencionamos esto porque pone de relieve otra de las características llamativas de los bioartefactos desde el punto de vista del teórico intencionalista.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 68 11/10/16 3:33 PM

puede ser comprendido desde el punto de vista de una autonomía funcional que puede acarrear efectos "no deseados" (intencionados).

La concepción pública estándar nos remite a una reconstrucción histórica de la clase artificial: en algún momento debe haber habido una intervención intencional, una *producción*, para que el objeto en cuestión sea considerado un bioartefacto. Esta intervención puede concebirse de dos modos: como *apropiación* y como *modificación*. En el primer caso, podemos citar el uso de microorganismos en la gestión de residuos, donde la función de digestión anaerobia es utilizada para la descomposición de desechos urbanos e industriales; de aquí pueden obtenerse subproductos útiles, como el digestato y el biogás. El punto relevante es que los microorganismos, en este caso, no son modificados sino que sus funciones "naturales" son reincorporadas dentro de un sistema tecnológico en el cual adquieren una nueva función. Si suponemos que la función se define en términos sistémicos, entonces podríamos hablar de una "nueva" función en este contexto, pero desde la perspectiva sistémica del organismo considerado aisladamente, la función "natural" permanece idéntica.

En el caso de la modificación, quizás el caso más famoso sea el de las semillas Round-Up Ready de Monsanto (soya 40-3-2). Por medio de la transgénesis, se inserta un plásmido (que combina secuencias genéticas de varios organismos, en particular una bacteria del suelo de la especie *Agrobacterium tumefaciens*) en el germoplasma del organismo "original", con el propósito de obtener una función intencionada (como resistencia al glifosato.) La creación de Ananda Chakrabarty también puede ser incluida en este grupo, en tanto consiste en una bacteria que ha sido inyectada con varios plásmidos provenientes de diferentes bacterias capaces de degradar aceite.

En este punto, el teórico intencionalista debe abarcar tanto la apropiación como la modificación en una misma categoría, incluso cuando sólo esta última (la modificación) constituiría estrictamente un caso de artefactualidad. Sin embargo, el teórico intencionalista que sigue la ruta ontológica se encuentra con un problema más grave: el hecho que el mismo concepto de bioartefactualidad no tiene cabida dentro de su esquema, dado que el artefacto es de una esencia que puede ser identificada de manera

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 69 11/10/16 3:33 PM

categórica. Algo puede ser o no ser artefacto, pero no puede estar en el medio. Siguiendo la distinción de Searle, una metafísica de los artefactos debería explicar las características de los artefactos no solamente como ontológicamente objetivas, sino también como *epistémicamente* objetivas.[29] Y esto constituye un impedimento central y restrictivo que no nos permite apreciar el complejo "modo de ser" de los bioartefactos, los cuales se insertan en marcos epistémicos "subjetivos" que condicionan sus propiedades agenciales o reales.

Por tanto, se trata de cuestionar la dimensión supuestamente artefactual, así como la dimensión biológica de los bioartefactos, puesto que ambas son, de alguna manera, el resultado de una concepción ontológica basada en supuestos objetables, tanto conceptual como históricamente.

Como argumenta Didur, las concepciones promulgadas por Monsanto se basan en una visión del poderío humano para perfeccionar la naturaleza que cuadra en este mismo esquema histórico-conceptual. Este proyecto de poderío implica una división original (a veces proyectada al pasado remoto) entre cultura y naturaleza. Discursos opositores a las prácticas del "agrotech" también se enmarcan en esta brecha ideológica entre un pasado prístino en el que la tecnología, humanos y ambiente evolucionaban en armonía, y una modernidad violenta que manipula la naturaleza e "invade los bordes del puro e incorrupto cuerpo del sujeto liberal".[30] Como dice Donna Haraway:

> los que se oponen a la producción, y especialmente al patentamiento, de organismos transgénicos apelan a nociones tales como el telos natural, o el propósito

[29] Searle, *The Construction*… Por ejemplo, "Rubens es un gran pintor" describe un hecho epistemológicamente subjetivo. "Descartes nació en 1596" es un juicio epistemológicamente objetivo. Una montaña es ontológicamente objetiva y un dolor es ontológicamente subjetivo: en el primer caso, el ser es independiente del aparecer; en el segundo, el ser es lo mismo que su aparecer. De este modo el intencionalismo exige que las propiedades de los artefactos (principalmente sus funciones) sean ontológica y epistemológicamente *objetivas*.

[30] Jill Didur, "Re-Embodying Technoscientific Fantasies: Posthumanism, Genetically Modified Foods and the Colonization of Life", *Cultural Critique* 53 (2003), p. 108. DOI: 10.1353/cul.2003.0021.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 70 11/10/16 3:33 PM

> auto-determinado de todas las formas vivientes. Desde esta perspectiva, el mezclar y combinar genes como si los organismos fueran legítima materia prima para ser rediseñada es violar la integridad natural en su centro vital. La transferencia de genes entre especies viola las barreras naturales, comprometiendo la integridad de las especies.[31]

Las concepciones públicas sobre los bioartefactos, tanto las negativas como las positivas, se hallan construidas sobre la base de esta división categórica entre naturaleza y cultura. Sobre esta división se apoyan también la noción intencionalista de función (artefactual y biológica) y el mito "humanista" de control sobre la naturaleza, en el cual la tecnología se concibe como medio transparente para realizar intenciones humanas sobre el sustrato de una naturaleza inerte y pasiva. Se sigue de todo esto que la perspectiva del teórico intencionalista o estándar no es un punto de partida adecuado para pensar los bioartefactos. Además, como hemos visto, el marco intencionalista es instrumental a la legitimación de la propiedad intelectual de las grandes compañías productoras de comida transgénica. Debemos elaborar una epistemología crítica de los bioartefactos que nos permita situar el marco epistémico estándar dentro de un marco más abarcativo, que pueda admitir diversos enfoques y, al mismo tiempo, dar lugar a distintas posibilidades de acción.

MARCOS TECNOLÓGICOS Y BIOARTEFACTOS

Se sigue de lo que hemos discutido en la sección anterior, que un problema central de la concepción estándar es la consideración de los artefactos (categoría en la que se incluyen los bioartefactos como una subclase) como entidades

[31] Donna Haraway, "Mice into Wormholes: A Comment on the Nature of No Nature", en Gary Lee Downey y Joseph Dumit (eds.), *Cyborgs and Citadels: Anthropological Interventions in Emerging Sciences and Technologies*, Santa Fe, School of American Research Press, 1997, p. 217.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 71 11/10/16 3:33 PM

ontológicamente inmóviles y aisladas. Hay diferentes maneras de recalcar este asunto. Andrew Feenberg, por ejemplo, argumenta que una de las paradojas de la tecnología es el holismo entre las partes y el todo: "El aparente origen de totalidades complejas reside en sus partes, pero, por paradójico que parezca, en realidad las partes tienen su origen en el conjunto al que pertenecen.[32] Si contemplamos un objeto técnico separado de su contexto de operación (Feenberg ofrece el ejemplo de un carburador en el catálogo de un fabricante), se nos presenta como un objeto "completamente independiente de su medio ambiente y [que] cumple el sueño de la razón, el sueño de orden puro".[33] Feenberg menciona el caso de la transferencia tecnológica, en el que "una tecnología importada o imitada de un país desarrollado es implantada en el nuevo ambiente de un país menos desarrollado. Se espera que esta tecnología funcione de la misma manera en todas partes, y se piensa que no es un fenómeno local unido a una historia y entorno particular".[34] De este modo se oculta la historia y la conectividad del objeto técnico. Sin embargo, la inserción del artefacto en un contexto material, cultura y social específico es la que determina los efectos de la operación del artefacto.[35]

Por otra parte, Jill Didur nos presenta un caso análogo al del carburador de Feenberg, pero en el contexto de la agrotecnología. Didur argumenta que Monsanto promueve una visión del diseño de las semillas transgénicas como un proceso simple, reduccionista, unívoco y unidireccional en el que la información es "transferida" de un organismo a otro. El proceso se concibe como análogo al proceso de la selección tradicional, y la información genética se presenta como una entidad incorpórea, independiente de su sustrato o dinámica material.[36] De este modo, la inserción de un gen no altera la dinámica global de la expresión celular ni el fenotipo del organismo. Esto implica que la relación

[32] Andrew Feenberg, "Ten Paradoxes of Technology", *Techné* 14, núm. 1 (2010), p. 4. DOI: 10.5840/techne20101412.
[33] *Ibid*., p. 5.
[34] Véase nota 32.
[35] Fernando Broncano, *Entre ingenieros y ciudadanos*, Madrid, Montesinos, 2006.
[36] Didur, "Technoscientific Fantasies", p. 105.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 72 11/10/16 3:33 PM

entre información y materialidad se presenta como algo no problemático, inconsecuente a la operación y efectos de la tecnología en cuestión. Está aquí en juego una concepción de tipo instrumentalista, que presupone, en palabras de Didur, a su vez "un conocimiento incorpóreo, y [a] los humanos como agentes autónomos y unificados".[37]

En otro sentido, es posible distinguir otro nivel organísmico en el que se decontextualiza a la semilla para construirla como objeto de un tipo de conocimiento especializado (como el ingenieril o biotecnológico). Esto excluye automáticamente otros tipos de conocimiento relevantes a los efectos de la tecnología, que son conocimientos situados y relacionados con las prácticas tecnológicas en las que insertan las semillas. Hugh Lacey dirige su atención a este segundo nivel, argumentado que la investigación biotecnológica es "conducida de una manera que abstrae a las cosechas (y semillas) de su locación ecológica y social".[38] En otro artículo, Lacey argumenta que la conceptualización biológica "abstrae la realización de sus posibilidades de sus relaciones con arreglos sociales, de la vida y la experiencia humanas, de las condiciones sociales y materiales de la investigación, y del impacto ecológico extenso y de largo plazo […] por consiguiente, de cualquier vínculo con valores".[39]

La bióloga y científica agrónoma canadiense, E. Ann Clark, quien a su vez es una ferviente activista contra la industria de los transgénicos, también distingue entre estos dos niveles sistémicos: el sistema biológico de la semilla y el contexto socioecológico en el que se introduce a la semilla.[40] En lo que respecta al primer nivel, Clark argumenta que el problema está en la expresión

[37] *Ibid*., p. 100.
[38] Hugh Lacey, "Philosophy of Science and Ethics: Interviewing Hugh Lacey", *ethic@* 2, núm. 2 (2003), p. 117.
[39] Hugh Lacey, "Seeds and Their Socio-Cultural Nexus", en S. Harding y R. Figueroa (eds.), *Science and Other Cultures*: *Issues in the Philosophy of Science and Technology*, Nueva York, Routledge, 2003, p. 94.
[40] E. Ann Clark, "Comments to the Senate Committee on Energy, the Environment and Natural Resources Regarding the Canadian Food Inspection Agency (CFIA)", modificado por última vez el 9 de mayo de 2000, disponible en http://www.plant.uoguelph.ca/research/homepages/eclark/Cfia.htm.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 73 11/10/16 3:33 PM

genética: los genomas tienen mecanismos de defensa capaces de monitorear y manipular ADN intruso. En muchos casos, los genes introducidos producen resultados aberrantes o directamente no funcionan. Clark se alínea con un paradigma que, en las últimas décadas, ha desafiado la concepción determinista: el paradigma de la epigenética y de la biología desarrollista. A grandes rasgos, estos paradigmas biológicos introducen dos factores causales que el determinismo no contempla: por un lado, el contexto de expresión celular; por el otro, el hecho de que los genes no actúan aisladamente, pero sí en conjunto. Las ideologías alrededor de la tecnología de inserción transgénica ignoran las relaciones complejas entre los genes, y entre éstos y el medio ambiente (como codeterminantes del proceso de expresión).

Clark argumenta que este reduccionismo tiene una dimensión disciplinar, en tanto privilegia ciertas ciencias tradicionalmente asociadas con los estudios de impacto en el sector agrícola (como la biología molecular). De este modo, la semilla transgénica se convierte en un individuo aislado con un poder causal circunscrito al desarrollo de la planta. "Desde el comienzo, el desarrollo de la industria de agricultura GE [genetic engineering] ha sido fatalmente debilitado por la posición dominante adjudicada a la genética molecular, y la [concomitante] exclusión de las disciplinas del 'mundo real' ".[41] Estas ciencias del "mundo real" incluyen la ecología, entomología, fisiología, bioquímica, virología y la ecología microbial, cuyos estudios han revelado las consecuencias negativas de la agronomía transgénica. Un estudio científico de estos efectos sería extremadamente extensivo y complejo, y requeriría la colaboración de un número de disciplinas a lo largo de extensos marcos temporales y áreas geográficas. Sin embargo, podemos ver cómo estas concepciones ontológicas de los objetos genéticamente modificados acarrean ideologías que tratan de ocultar las complejidades de los sistemas ecológicos y sociales. Lacey nos sugiere que veamos a las semillas como agentes tanto biológicos como sociales, económicos y culturales. La acción de los agentes biotecnológicos está entonces determinada en

[41] *Ibid.*

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 74 11/10/16 3:33 PM

gran medida por las redes específicas (ecológicas, culturales, sociales, etc.) en las que se insertan. En otras palabras, esta inserción modifica la dinámica de estos otros sistemas. Y esta dinámica, a su vez, se compone de complejos aspectos tanto epistémicos como "reales", si es que podemos hacer esta distinción.

CONCLUSIONES

En conclusión, el enfoque ontológico que hemos llamado *estándar* tiene el efecto de privilegiar al bioartefacto como un ente aislado cuyo accionar en el mundo está determinado exclusivamente por una combinación de funciones artificiales-naturales. Esta misma concepción tiene un origen histórico y es cómplice de los modos en que los bioartefactos se patentan, comercializan y difunden. Argumentamos que es necesario distanciarse de esta concepción intencionalista para poder elaborar una filosofía crítica de los bioartefactos. En su "ser en el mundo", los bioartefactos se hallan insertos en redes de significación (o marcos epistémicos) con un cierto importe ontológico, puesto que estos marcos determinan algunos de los modos en los que los bioartefactos se constituyen en el mundo. Siempre habrá un "exceso" imprevisto, una autonomía material o agencial, que el intencionalista describe como "efectos no deseados". La cuestión, entonces, no es reducir a los bioartefactos a un mero fenómeno subjetivo o cultural. La idea es que esta dimensión epistémica debe estar en primer plano justamente porque estos modos de conceptualización condicionan modos de ser. Esto significa que el intencionalismo debe ser relativizado como una concepción entre otras posibles, y que debemos pensar en nuevas avenidas que nos abran nuevos posibles campos de acción.

En definitiva, los marcos tecnológicos de los bioartefactos, donde anidan nuestras prácticas tecnológicas en relación con el mundo de los bioartefactos, nos muestra que no hay condiciones de identidad estricta. De hecho, casi nada requiere que identifiquemos los objetos como pertenecientes esencialmente a una cierta clase; por el contrario, nuestro reconocimiento de su realidad, esto es, que formen parte de ese mundo a cuya construcción contribuimos con

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 75 11/10/16 3:33 PM

nuestras descripciones y con nuestras formas efectivas de hacer, es independiente de su pertenencia a una clase (sea natural o artificial) con condiciones de identidad estrictas. En este sentido, naturaleza y cultura son aspectos de una misma realidad. Esto es así porque científicos, técnicos, diseñadores y usuarios no solamente agrupan cosas similares porque tienen de hecho las mismas propiedades, sino que las agrupan también en función de intereses teóricos, como qué desean hacer con ellas, qué buscan, qué aplicaciones están experimentando, etcétera. Si esto es así, entonces pone en evidencia la relevancia de los contextos epistémicos por sobre las localizaciones ontológicas en abstracto. En definitiva, esto conlleva, como mencionamos, un contragolpe a la concepción pública estándar, basada en las propuestas del teórico intencionalista.

BIBLIOGRAFÍA

Baker, Lynne Rudder, *The Metaphysics of Everyday Life. An Essay in Practical Realism*, Nueva York, Cambridge University Press, 2007.

Broncano, Fernando, *Mundos artificiales. Filosofía del cambio tecnológico,* México, Paidós, 2000.

———, *Entre ingenieros y ciudadanos*, Madrid, Montesinos, 2006.

———, *La estrategia del simbionte*, Salamanca, Delirio, 2012.

Clark, E. Ann, "Comments to the Senate Committee on Energy, the Environment and Natural Resources Regarding the Canadian Food Inspection Agency (CFIA)". Modificado por última vez el 9 de mayo del 2000. Disponible en http://www.plant.uoguelph.ca/research/homepages/eclark/Cfia.htm.

Cuevas Badallo, Ana, "Los bioartefactos: viejas realidades que plantean nuevos problemas en la adscripción funcional", *Argumentos de razón técnica: Revista española de ciencia, tecnología y sociedad, y filosofía de la tecnología*, núm. 11 (2008), pp. 71-96.

Didur, Jill, "Re-Embodying Technoscientific Fantasies: Posthumanism, Genetically Modified Foods and the Colonization of Life", *Cultural Critique 53* (2003), pp. 98-115. DOI: 10.1353/cul.2003.0021.

Feenberg, Andrew, "Ten Paradoxes of Technology", *Techné* 14, núm. 1 (2010), pp. 3-15. DOI: 10.5840/techne20101412.

Haraway, Donna, "Mice Into Wormholes: A Comment on the Nature of No Nature", en Gary Lee Downey y Joseph Dumit (eds.), *Cyborgs and Citadels: Anthropological Interventions in Emerging Sciences and Technologies*, Santa Fe, School of American Research Press, 1997, pp. 209-243.

Hilpinen, Risto, "Authors and artifacts", *Proceedings of the Aristotelian Society*, 93 (1993), pp. 155-178. DOI: 10.2307/4545171.

———, The Stanford Encyclopedia Of Philosophy , "Artifact". Disponible en http://plato.stanford.edu/entries/artifact/.

Kevles, Daniel J., "Ananda Chakrabarty Wins a Patent: Biotechnology, Law, and Society", *Historical Studies in Physical and Biological Sciences* 25 (1994), pp. 111-135. DOI: 10.2307/27757736.

Kroes, Peter, *Technical Artefacts: Creations of Mind and Matter. A Philosophy of Engineering Design,* Dordrecht, Springer, 2012.

Lacey, Hugh, "Philosophy of Science and Ethics: Interviewing Hugh Lacey", *ethic@* 2, núm. 2 (2003), pp. 111-120.

———, "Seeds and Their Socio-Cultural Nexus", en Sandra Harding y Robert Figueroa, *Science and Other Cultures: Issues in the philosophy of Science and Technology* (eds.), Nueva York, Routledge, 2003, pp. 91-105.

Lawler, Diego, "Intenciones y artificios", *CTS: Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad* 14, núm. 5 (2010), pp. 117-124.

———, *Las acciones técnicas y sus valores*, Salamanca, Ediciones Universidad de Salamanca, 2003.

Longy, Françoise, "How Biological, Cultural, and Intended Functions Combine", en Ulrich Krohs y Peter Kroes (eds.), *Functions in Biological and Artificial Worlds: Comparative Philosophical Perspectives,* Cambridge, The MIT Press, 2009.

Mitcham, Carl, *Thinking Through Technology: The Path Between Engineering and Philosophy*, Chicago, University of Chicago Press, 1994.

Olivé, León, "Los objetos biotecnológicos: concepciones filosóficas y consecuencias para su evaluación", *Acta Bioethica* 9, núm. 1 (2003), pp. 9-19. DOI: http://dx.doi.org/10.4067/S1726-569X2003000100002.

Quintanilla, Miguel Ángel, *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 2006.

Perlman, Mark, "Changing the Mission of Theories of Teleology: Do's and dont's for Thinking About Function", en Ulrich Krohs y Peter Kroes (eds.), *Functions in Biological and Artificial Worlds: Comparative Philosophical Perspectives*, Cambridge, The MIT Press, 2009, pp. 17-36.

Searle, John R., *The Construction of Social Reality,* Nueva York, The Free Press, 1995.

Simon, Herbert, *The Sciences of the Artificial*, Cambridge, The MIT Press, 1969.

Sperber, Dan, "Seedless Grapes: Nature and Culture", en Eric Margolis y Stephen Laurence (eds.), *Creations of the Mind: Essays on Artifacts and Their Representations*, Oxford, Oxford University Press, 2007, pp. 124-137.

Thomasson, Amie L., "Realism and Human Kinds", *Philosophy and Phenomenological Research* 67 (2003), pp. 580-609. DOI: 10.1111/j.1933-1592.2003.tb00309.x.

———, "Artifacts and Human Concepts", en Eric Margolis y Stephen Laurence (eds.), *Creations of the Mind: Essays on Artifacts and Their Representations*. Oxford, Oxford University Press, 2007, pp. 52-73.

Vaccari, Andrés, "Dissolving Nature: How Descartes Made Us Post-Human", *Techné* 16, núm. 2 (2012), pp. 138-186.

Vega, Jesús, "La sustancialidad de los artefactos", en Diego Parente (ed.), *Encrucijadas de la técnica: Ensayos sobre tecnología, sociedad y valores*. Buenos Aires, Editorial de la Universidad de la Plata, 2007, pp. 127-168.

Vega, Jesús, y Diego Lawler, "Creating Artifactual Kinds", en Maarten Franssen, Peter Kroes, Thomas A. C. Reydon y Peter E. Vermaas (eds.), *Artefact Kinds. Ontology And The Human-Made World.* Dordrecht, Springer, 2014, pp. 105-124.

Wickson, Fern, "Patenting Living Organisms: Are Human Beings the Inventors of Life?", *Alpheus: Postgraduate Online Journal* 1 (2004), pp. 1-29.

HACIA UNA ONTOLOGÍA DE LA BIOARTEFACTUALIDAD (PRIMERA PARTE)

*Jorge E. Linares Salgado**
*María Antonia González Valerio***

"Lo que yo no puedo crear, no lo puedo entender."
Richard Feynman
Respuesta: tampoco lo que puedes crear lo puedes entender.

UNA NUEVA DISTINCIÓN ENTRE NATURALEZA Y CULTURA

Tal como lo señalan los autores de *Next Nature*,[1] en nuestra época deberíamos reconsiderar la habitual diferencia conceptual entre naturaleza y cultura, entre lo nacido y crecido naturalmente y lo producido o hecho técnicamente, ya que, por un lado, la intervención técnica ha logrado transformar a muchas entidades naturales y, por otro, los sistemas creados por los humanos se han vuelto tan complejos y autónomos que parecen asimilarse a las cosas que surgen naturalmente. En lugar de seguir pensando en la clásica división aristotélica entre las cosas producidas por la naturaleza (*physis*) y las hechas por la técnica (*techné*),[2] los autores de *Next Nature* proponen pensar ahora en la distinción entre lo que podemos controlar (técnicamente) y lo que aún no, o está más allá de la posibilidad de ser controlado. De este modo, ya no debería ser relevante si los organismos vivos (micro o macroscópicos) son "naturales"

* Programa Universitario de Bioética-UNAM.
** Facultad de Filosofía y Letras-UNAM.
1 Véase Koert van Mensvoort y Hendrik Jan Grievink, *Next Nature,* Barcelona, Actar, 2011.
2 Véase Aristóteles, *Física*, B, 1, México, UNAM, 2001.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 79 11/10/16 3:33 PM

o han sido intervenidos o transformados biotecnológicamente, sino más bien si podemos controlar su diseño, producción y funcionamientos, tal como podemos hacerlo con artefactos convencionales, como teléfonos, máquinas o computadoras. Así, según esta idea de la nueva "segunda" naturaleza, nuestra noción de lo "natural" debería evolucionar para dar cuenta de las múltiples formas en que ahora intervenimos entidades naturales para crear híbridos culturales: *naturoides* y *bioartefactos* de distinta índole en el mundo tecnológico contemporáneo.[3]

Ahora bien, basar la distinción entre natural y artificial en la idea de control implica, a su vez, intentar delimitar qué se entiende por control técnico, cuándo se puede decir que dominamos algo y –además– hasta qué punto es esto cierto en el caso de los artefactos convencionales, y más aún, de los bioartefactos. ¿Por qué, si es éste un nuevo parámetro que opone naturaleza y cultura a partir de la posibilidad humana de intervención, parece válido en cierto tipo de argumentos? ¿Cuál es la fantasía, el imaginario social que sigue reinando acerca del control técnico del mundo? Ya que no es lo mismo decir, como señala Aristóteles, que el artefacto tiene su causa en otro o que está determinado por otro, a indicar que esa determinación implica también dominación. ¿Cómo tenemos que concebir al artefacto para pretender que lo dominamos o, mejor aún, qué del artefacto es en efecto dominable?;[4] ¿y qué pasa cuando mudamos esta pretensión de control hacia entidades vivas? Dejando las preguntas abiertas, intentaremos explorar la relación naturaleza/artificialidad para ver hasta dónde llega la idea de control de lo vivo y lo artefactual.

En efecto, podemos conceder que el desarrollo científico y tecnológico de nuestro tiempo ha conseguido nuevas modalidades más eficientes de control

[3] Massimo Negrotti denomina así a los artefactos que replican, sustituyen o simulan entidades o funciones naturales. Véase Massimo Negrotti, *The Reality of the Artificial. Nature, Technology and Naturoids,* Berlín, Springer, 2012.

[4] Los artefactos tienden a insertarse en redes muchos más complejas que la relación función-uso-instrumentalidad, de modo que terminan por desbordar intencionalidades y fines preestablecidos. Para una amplia discusión acerca de la relación entre artefactos, tecnología y sociedad, véase Bruno Latour, *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*, Barcelona, Gedisa, 2001.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 80 11/10/16 3:33 PM

técnico sobre los seres vivos. Por ello es lícito afirmar que se ha inaugurado una nueva era de *bioartefactualidad*.[5] Todo comenzó hace miles de años mediante un largo proceso de domesticación, selección artificial y crianza, que ahora accede a un nuevo estadio gracias a la ingeniería genética y la biología sintética. La humanidad había podido modificar y controlar materiales no bióticos, como madera o petróleo; en cierta forma se podría decir que hemos podido llegar a "controlar" incluso la energía nuclear generada por fisión de material radiactivo, pero no podemos todavía controlar técnicamente muchos virus, microorganismos, fenómenos climáticos, como los huracanes o tornados, o procesos biológicos anómalos, como el cáncer y diversas mutaciones genéticas.[6] El control técnico implica que los agentes humanos son capaces de producir intencionalmente, y durante un periodo de tiempo sostenible, modificaciones técnicas en objetos o procesos, así como anticipar, prevenir, evitar

[5] Autores como Keekok Lee utilizan el término *artefacticity, "artefacticidad"*. Véase Keekok Lee, *The Natural and the Artefactual. The Implications of Deep Science and Deep Technology for Environmental Philosophy*, Maryland, Lexington Books, 1999. Hemos preferido utilizar *artefactualidad* y *bioartefactualidad*. Ambos términos son sustantivos que indican la cualidad de ser productos de la técnica (arte); los adjetivos derivados son artefactual y bioartefactual. Así, la nomenclatura que empleamos es la siguiente: *a) artefacto o artefacto abiótico convencional:* es lo que está hecho por técnica y no es un organismo vivo en sí y por sí mismo, pues está hecho de materia transformada o de material sintético físico-químico no vivo; *b) bioartefacto*: el artefacto resultado de modificar técnicamente un organismo vivo, pero como tal subsiste por sí y en sí mismo como "entidad natural" ligada con otros organismos y vinculado, en principio, a la evolución. El bioartefacto también ha sido modificado en su materia, pero ésta conserva al menos un *telos* propio como organismo vivo. Aun en el caso de que se lograra crear un organismo vivo artificial, es decir, hecho de materia bioquímica sintetizada no existente como tal previamente en la naturaleza, es previsible que el bioartefacto conservaría o desarrollaría un *telos biológico propio; c) bioartificial*, cualidad de ser un artefacto que imita, simula o replica una entidad o estructura biológica natural pero que no lo es por sí mismo, ya sea porque su materia, su forma o sus finalidades son nuevas y no tienen precedentes en la naturaleza; *d) bioartificialidad*, sustantivo que indica el ámbito o conjunto de causas en donde acontece lo bioartificial.

[6] Una pregunta surge aquí de manera acuciante: ¿cuáles son los límites de lo vivo?, ¿qué es lo que, desde nuestra visión del mundo, se entiende como vivo?, ¿por qué consideramos la madera como material manejable y las bacterias como algo distinto?, y los fenómenos climáticos, ¿qué son? Debemos tener en cuenta esta observación, ya que hay versiones de la vida más amplias que otras; unas que no se centran en los organismos,

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 81 11/10/16 3:33 PM

consecuencias indeseadas mediante la corrección o alteración de sus diseños o acciones técnicas. Por eso podemos afirmar que escapan de nuestro control algunos sistemas y cosas creadas por la acción técnica humana: virus informáticos, el tráfico de vehículos en las ciudades o el flujo de información en internet.

El carácter problemático de la controlabilidad emerge si pensamos nuestros artefactos desde una temporalidad más extendida: ¿alguna vez los hemos controlado bien? Quizá en los instrumentos y máquinas de matar, en las armas que desde siempre hemos inventado se vea con más claridad el rebasamiento del control. ¿Cuál es el uso adecuado de la pistola, del cañón, del arco?, ¿en qué reside su fiabilidad?, ¿y qué hay que dominar, la metalurgia, la fabricación de cañones como máquinas medianamente precisas, o las técnicas del combatiente en el uso del artefacto? En la relación naturaleza-artefactualidad hay que incluir, además, cuando pensamos los dispositivos y su control, los elementos naturales que siempre residen allí, desde las "bestias" de carga en los molinos, hasta la fuerza del agua o del viento en la producción de energía. ¿Cuáles de nuestros artefactos existen al margen de lo natural o independientemente de ello, siendo ese resto aparentemente no controlable? Hay que pensar el mundo de la artefactualidad también desde su indisoluble lazo con una naturaleza, que si bien nos esforzamos por pretender que no está allí y que en nuestro hábitat tecnologizado, virtualizado y artificializado todo es producto de nuestra técnica, esa naturaleza termina siendo lo posibilitante (de ahí que sea menester comprender la *physis* más allá de la oposición con lo artefactual).[7]

sino en el medio, y el medio es difícilmente delimitable y objetivable, se resiste mucho más a su cuantificación y tecnificación. Y no se trata solamente de las hoy llamadas perspectivas complejas, que tienden a ser más relacionales y a considerar la hormiga con el hormiguero, con el ambiente, con el tiempo, etc., sino también las que no son modernas y occidentales, como las nociones de vida en Mesoamérica, que suelen incluir al viento y a la montaña, e incluso a los artefactos. Esto da en qué pensar, pues si lo vivo es más amplio que el organismo, ¿cómo hablamos de control? Véase Perig Pitrou, María del Carmen Valverde y Johannes Neurath (coords.), *La noción de vida en Mesoamérica,* México, UNAM, 2011; Tim Ingold y Gisli Palsson (eds.), *Biosocial Becomings: Integrating Social and Biological Anthropology,* Cambridge, Cambridge University Press, 2013.

7 El libro más reciente del filósofo finlandés Jussi Parikka llama acertadamente la atención sobre eso: "[…] it is a call for further materialization of media not only as media but as

No obstante, la nueva distinción entre lo controlable y lo que no lo es alteraría nuestras nociones tradicionales sobre la *physis* y la *techné*: para la visión tecnocientífica actual una planta de maíz genéticamente modificada formaría ahora parte del ámbito cultural de lo controlable por la técnica (al menos eso se supone),[8] mientras que los virus informáticos o el tráfico vehicular de las grandes ciudades pertenecerían al ámbito "natural" de lo incontrolable por la técnica, aunque su origen pueda ser artefactual o cultural. Así que la distinción esencial entre lo técnico (artefactual y/o artificial) y lo natural se deslizaría hacia lo que puede ser intervenido y controlado y lo que no lo es, no importa cuál sea su origen material, su función y finalidad, así como su composición formal. La controlabilidad determinaría su nuevo carácter. De este modo, los organismos genéticamente modificados (OGM) son productos culturales y el tráfico informático sería una nueva forma de "naturaleza", una *next nature*. Por eso Mensvoort sostiene que "real nature is not green" (la verdadera naturaleza no es verde).

that bit which it consists of: the list of the geophysical elements that give us digital culture. […] The machines are more like vectors across the geopolitics of labor, resources, planetary excavations, energy production, natural processes from photosynthesis to mineralization, chemicals, and the aftereffects of electronic waste", Jussi Parikka, *A Geology of Media*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 2015, pp. 2641-2642 y 2645-2647.

8 Es preciso, sin embargo, pensar en los límites de lo controlable, es decir, ¿qué es lo controlable?, ¿el genoma del maíz?, ¿su crecimiento y su resistencia a una plaga? Pero habría que decir que un maíz no es sólo un maíz. Esto es, se inserta en una red más amplia y más compleja, desde los métodos de producción hasta las prácticas de consumo. Si aislamos el maíz en cuestión quizá podemos hablar de control, es decir, de manipulación de ciertos genes, pero ¿es eso un maíz?, ¿no habría que considerarlo desde un horizonte más extenso?, y si así fuera, ¿podríamos seguir hablando de control? El ejemplo patente en esta discusión es el del maíz transgénico en México. Lo que sus muchos críticos indican con ahínco es que no se trata solamente de la manipulación de los genes para hacerlo resistente al herbicida de amplio espectro glifosato, por ejemplo, sino que lo está en juego son prácticas culturales, visiones del mundo, poderes monopólicos, monocultivos agroindustriales, dietas y hábitos, y un sinfín de cosas más que no caben en el reducido espectro de las definiciones de los biotecnólogos. Elena Álvarez-Buylla y Alma Piñeyro (eds.), *El maíz en peligro ante los transgénicos*, México, UNAM, 2014.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 83 11/10/16 3:33 PM

Esta nueva distinción conceptual en el imaginario social implica que los límites entre lo natural y lo artificial se han desplazado. Corresponde al ámbito de lo artificializado toda aquella entidad natural que podemos modificar y controlar, pues de ese modo la "domesticamos" y la envolvemos en el mundo de la cultura; queda más allá, en el ámbito de esta "nueva naturaleza", lo que aún no podemos controlar técnicamente: ésa es la nueva naturaleza insondable, que no responde a nuestros fines, que tiene sus propias causas complejas, pues apenas si somos capaces de describirla, aunque intentamos domeñarla. De ahí que la pregunta fundamental tendrá que girar en torno a esa idea de naturaleza y a los límites de lo técnico, que se presentan por todas partes, incluso en lo que pretendemos sea lo más prístinamente técnico y por ende controlable, pues no hay ámbito de lo real en donde la naturaleza, con sus causas complejas, no emerja.

EL CARÁCTER DUAL DE LOS BIOARTEFACTOS

Como hemos expuesto, parece que la propuesta de las nuevas distinciones entre naturaleza y cultura, *physis* y *techné*, pertenece al ámbito de las representaciones sociales y del discurso de los medios de comunicación masiva y del diseño más que a una nueva ontología filosóficamente sólida. En todo caso, diversos fenómenos tendrían más bien un doble carácter. Sólo piénsese en el cáncer mismo: es hasta cierto punto controlable (curable, se dice), pero en realidad no conocemos con certeza las causas que lo determinan y tratamos desesperadamente de entender sus cambios morfológicos. Tampoco podemos controlar del todo el diseño y funcionamiento de microrganismos, células y seres vivos que podemos transformar; es decir, de nuestros *bioartefactos*. Como lo planteaba Gilbert Simondon,[9] siempre quedará un resquicio en los objetos técnicos que no acaba de ser tecnificado. En los bioartefactos, en particular,

[9] Véase Gilbert Simondon, *Del modo de existencia de los objetos técnicos,* Buenos Aires, Prometeo, 2008.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 84 11/10/16 3:33 PM

permanecen estructuras intrínsecas por donde brota de nuevo ese carácter indómito de la naturaleza en su implacable causalidad y necesidad. Así, los bioartefactos se encuentran más bien en una línea limítrofe, en un claroscuro entre lo natural y lo cultural, entre lo controlable y lo no controlable, porque tienen *vida propia autónoma*, y como diría Aristóteles, poseen la causa de su existencia, crecimiento y movimiento en sí mismos.[10] Los bioartefactos se revelan como híbridos naturales/culturales que exigen ahora una ontología dinámica, evolutiva, así como una serie de consideraciones y demarcaciones ontológicas, epistémicas y axiológicas.[11]

Prácticamente no existe ya naturaleza que no haya sido afectada o tocada por la acción técnica humana. Por eso Bill McKibben hablaba en el libro homónimo del "fin de la naturaleza" porque no quedaría ya ecosistema que no haya sido afectado o alterado,[12] intencionalmente o no, por los humanos. Es cierto

[10] "Todas estas cosas parecen diferenciarse de las que no están constituidas por naturaleza, porque cada una de ellas tiene en sí misma un principio de movimiento y de reposo, sea con respecto al lugar o al aumento o a la disminución o a la alteración. Por el contrario, una cama, una prenda de vestir o cualquier otra cosa de género semejante, en cuanto que las significamos en cada caso por su nombre y en tanto que son productos del arte [*techné], no tienen en sí mismas ninguna tendencia natural al cambio; pero en cuanto que, accidentalmente, están hechas de piedra o de tierra o de una mezcla de ellas, y sólo bajo este respecto, la tienen. Porque la naturaleza es un principio y causa del movimiento o del reposo en la cosa a la que pertenece primariamente y por sí misma, no por accidente*". Aristóteles, *Física, B,* 1, 192b 13-24.

[11] Vale la pena llamar la atención sobre el término "biofacto", acuñado por la filósofa alemana Nicole Karafyllis para repensar la distinción entre naturaleza y artificialidad, no basada en el control, sino en el crecimiento. Su argumento introduce un apretón de tuerca, pues permite considerar que el dominio sobre algo, en términos de diseño, encuentra su límite en el crecimiento. "[…] even if growth can be modeled with technical metaphors, models and apparatus in order to reach a uniform standard of certain growth types, the growth token in order to make it real still belongs to an uncontrollable sphere of nature. Nature will not vanish, as it is often argued, but technology will be disguised. What living entities actually can 'do' is found out by provoking them 'to do' something (to fuse or to produce a certain aminoacid). The potentiality of the term 'can' remains an ontological problem in the sphere of metaphysics." Nicole C. Karafyllis, "Growth of Biofacts: The Real Thing or Metaphor?", en Reinhart Heil *et al.* (eds.), *Tensions and Convergences. Technological and Aesthetic (Trans)formations of Society,* Bielefeld, Transcript, 2007, p. 151.

[12] Véase McKibben, *The End of Nature.*

que en una cierta medida, la naturaleza en *estado natural* se está desvaneciendo gracias al efecto expansivo de la intervención y control técnico sobre todas las entidades y ecosistemas de la Tierra; pero habría que verificar empíricamente que muchos de los cambios en los ecosistemas se deban a la acción humana, y luego habría que evaluar ontológicamente la significación de esto. No obstante, ello implica que, desde el punto de vista epistémico y ontológico, las diferencias antes ostensibles entre lo natural y lo técnico, también se difuminan.

Dicho proceso se debe a la capacidad creciente de las biotecnologías para modificar, alterar, (re)diseñar y controlar los funcionamientos de organismos vivos, tejidos, microorganismos, genes, moléculas biológicas. Se debe, en efecto, al avance reciente de las tecnociencias biológicas en su capacidad de análisis, intervención y síntesis en la materia viva, pero estas capacidades se suelen expresar en formas magnificadas e hiperrealistas en las representaciones mediáticas, tecnocientíficas y artísticas de nuestro tiempo. Por eso, desde una perspectiva estética, como lo afirma van Mensvoort, "el diseño humano ha hecho a la naturaleza más natural que lo natural: es ahora hipernatural. […] mientras más aprendemos a controlar árboles, animales, átomos y el clima, más pierden éstos su carácter natural y forman parte del ámbito de la cultura".[13]

Al mismo tiempo, las entidades y los sistemas artefactuales (típicos del mundo cultural) se vuelven cada vez más complejos y se asimilan a los fenómenos naturales: no siempre regulares, sin fines intrínsecos, opacos a la inteligencia humana, como los virus informáticos, los sistemas financieros o las redes sociales. También podríamos decir que como resultado de este proceso de representaciones sociales mediatizadas, la naturaleza se ha artificializado o se ha vuelto virtual, porque cada vez es más frecuente el que sólo tengamos acceso a ella a través de múltiples representaciones técnicas mediáticas, artísticas, audiovisuales, pero ya no por medio de experiencia sensorial directa.

Al menos esa parece ser la experiencia en las grandes urbes que constituyen el principal espacio de lo humano en el siglo XXI, donde la naturaleza

[13] Van Mensvoort *et al.*, *Next Nature,* p. 33.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 86 11/10/16 3:33 PM

plantífera ha sido arrinconada a convertirse en parque o jardín, planta de ornamento o "huerto urbano", y la zoológica a ser animal de compañía (con una altísimo grado de domesticación), animal de cautiverio ("controlado" en los zoológicos) o animal indeseado e incontrolable (de los mosquitos a las ratas y palomas). Simultáneamente ambos, plantas y animales, son productos para el consumo humano, en tanto que alimentos, que llegan a las ciudades después de largos procesos de industrialización. Las ciudades son el artefacto en el que todo pretendería ser nuestro constructo y por ende objeto de nuestro dominio. Se elige qué y cómo de la naturaleza se quiere allí (parques temáticos, recreación artificial de ambientes naturales, fabricación de irrealidades, como pistas de hielo y de esquí en nieve en países tropicales),[14] y se produce una esfera, una isla antropógena, como la llama Sloterdijk,[15] en la que vivimos en espacios construidos por nosotros. Nuestra experiencia del mundo deviene radicalmente distinta al habitar ya no cubiertos por la naturaleza, sino en departamentos que pertenecen a la era del dominio del aire y donde nuestra posibilidad de control se maximiza. De ahí que la ciudad, como creación del espacio y modo de ser de la arquitectura moderna, tenga que ser un elemento fundamental en el análisis de la artefactualidad.

Ahora bien, el proceso que subyace a este hiperrealismo de la *hipernatura* es aquel por el cual muchos de nuestros bioartefactos contemporáneos han alcanzado

[14] Un argumento interesante en tal sentido es el que pregunta sobre los grados de artificialidad de los parques naturales protegidos o las reservas ecológicas (y por tanto técnicamente intervenidos), los cuales terminan siendo los últimos reductos de lo natural, aunque mantenidos artificialmente. Véase Albert Borgmann, "The Nature of Reality and the Reality of Nature", en Michael E. Soule y Gary Lease (eds.), *Reinventing Nature? Responses to Postmodern Deconstruction,* Washington, Island Press, 1995, pp. 31-46.

[15] "La auténtica 'revolución del espacio' del siglo XX es la explicación de la estancia o de la demora humana en un interior por la máquina para habitar, el diseño del clima, la planificación del medio ambiente […], así como la exploración de la vecindad con las dos estructuras espaciales inhumanas, antepuestas y asociadas a la humana, la cósmica (macro y micro) y la virtual […]. De aquí se sigue la definición de la arquitectura de la modernidad: es el medio en el que se articula procesualmente la explicación de la estancia humana en interiores construidos por el ser humano." Peter Sloterdijk, *Esferas III. Espumas. Esferología plural,* Madrid, Siruela, 2014, pp. 384-385.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 87 11/10/16 3:33 PM

un grado más elevado de *artefactualidad*, o bien, de *artificialidad* que en el pasado;[16] puesto que, sin dejar de ser de origen y consistencia natural, han sido modificados en su fenotipo, genotipo, fisiología, funciones, estructura y composición genética, metabólica o molecular. Los productos de *hipernatura* del mundo mercadotécnico e industrial son más bellos, homogéneos, estables, seguros y confortables, y se asemejan a los artefactos convencionales: jitomates uniformes y duros, zanahorias naranjas y de tamaño equivalente, perros dóciles y cariñosos.[17] Mediante la biotecnología actual también hemos producido industrialmente comida rápida y barata (pero no más nutritiva), plantas y animales GM y próximamente carne sintética sin crianza y matanza de animales, según las proyecciones de algunos biotecnólogos y los experimentos de algunos bioartistas.[18]

Como hemos mencionado, podemos trazar una línea de continuidad desde la domesticación de plantas y animales que comenzó hace más de 10 000

[16] Un grado de *artefactualidad* implica que una entidad ha sido modificada por la acción técnica humana; un grado de *artificialidad* implica que una entidad ha sido producida o fabricada por la acción técnica humana para imitar o replicar algún otro objeto o proceso natural (no modificado). Hasta ahora, las cosas artificiales están hechas con materiales no bióticos, por ejemplo, corazones artificiales, inteligencia artificial, "respiración artificial", satélites artificiales, sabores artificiales, pero todavía no existen en realidad plantas, organismos vivos o tejidos vivos bioartificiales. Véase Negrotti, *The Reality of the Artificial*.

[17] Algo sospechoso hay en toda esta idea de naturaleza bella, uniforme, controlable y enmarcable. ¿No nos había enseñado ya la revolución romántica del poder ominoso y sublime de lo natural, que no era justo el reino de lo grotesco, de lo horroroso, de lo incontrolable? ¿Cómo es que el imaginario de la biotecnología viene a presentarnos un universo inmaculado procurado con la higiene del laboratorio? Para esto la ciencia ficción tendrá que seguir funcionando como fuerza distópica.

[18] Mark Post, profesor de Fisiología vascular de la Universidad de Maastricht, ha creado la primera hamburguesa fabricada con cultivo de células madre en 2013, a un costo de 250 000 euros. Este prototipo de *in vitro meat* intenta ser el inicio de un procesamiento industrial de carne sintética. Según Post, mejorando la técnica, sería viable en términos comerciales en una periodo de 10 a 15 años. Véase Next Nature Network, "Bistro in vitro is Werelds Eerste Kweekvlees Restaurant" (http://bistro-invitro.com/nl/home/). Más de una década antes, el colectivo artístico australiano The Tissue Culture & Art Project presentó el proceso "Carne de tejido realizada con ingeniería núm. 1, 2000. Un estudio para cocina incorpórea" con músculo de esqueleto de oveja prenatal y estructura de polímero PGA degradable. Éste fue un intento de usar tejido diseñado con ingeniería para la producción de carne sin necesidad de matar animales.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 88 11/10/16 3:33 PM

años como el origen de los primeros bioartefactos;[19] luego un largo periodo de la selección artificial, hibridación, cruzas y crianza que producirá diversas generaciones de bioartefactos con modificaciones genéticas efectivas pero no intencionales; posteriormente, en el siglo xx, el surgimiento de las biotecnologías transgénicas o de selección de embriones y trasposición de genes y partes de células, la llamada ingeniería genética, que produce bioartefactos recombinados; hasta llegar en el presente a la última etapa con el surgimiento de la biología sintética en los albores del siglo xxi, con la que se inicia una nueva era de producción bioartefactual de síntesis, de carácter industrial y tecnocientífico, que se aventura a diseñar formas de entidades biológicas no existentes previamente en la naturaleza.

Pero en filosofía de la tecnología debemos comprender tanto la continuidad histórica de estas formas de "producción" y de conocimiento bioartefactual, como sus diferencias esenciales, ya que se despliegan en el marco del cambio tecnológico que ha tenido lugar en el periodo crucial de la modernidad. La continuidad y la diferencia entre las viejas técnicas de domesticación y crianza, selección y cultivo, y las nuevas técnicas de ingeniería genética y biología sintética están implicadas con la diferencia histórica más trascendente en el desarrollo del conocimiento y la transformación tecnológica del mundo; es decir, con un cambio cualitativo acontecido en la modernidad reciente, que tiene una trascendencia radical para la historia de la humanidad, y por ende, para la coevolución humana con muchas otras formas de vida. Esta gran transformación se produce durante el siglo xx y es impulsada por el despliegue del capitalismo y por el modelo global hegemónico de la tecnociencia contemporánea. Esos

[19] Sólo hemos podido domesticar con éxito una veintena de especies animales y un medio centenar de plantas. La selección artificial y la crianza resultaron no sólo en grandes cambios ecosistémicos por la expansión de la agricultura y la ganadería por todo el mundo antiguo, también son el origen de muchas enfermedades que transmitieron los animales domesticados a los humanos (la zoonosis), como la viruela o las gripes, y también como consecuencia inesperada, suscitaron la modificación genética de muchas de estas especies, pero durante periodos de tiempo muy dilatados. Por ello, esas especies transformadas genéticamente se adaptaron bien a diversos ecosistemas.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 89 11/10/16 3:33 PM

nuevos factores explican la diferencia fundamental entre las viejas biotécnicas y las modernas biotecnologías, lo que deja ver que no se trata solamente de transformaciones epistémicas, técnicas y tecnológicas, sino también políticas, económicas y desde luego sociales.

Es posible identificar las diferencias por las cuales los productos que son capaces de generar ahora las biotecnologías no son iguales a lo que habían logrado las viejas biotécnicas, tanto desde el punto de vista epistémico como desde la perspectiva ontológica de lo producido, así como de sus efectos en diversos ecosistemas de la Tierra y en los sistemas sociales, económicos y políticos. Por tanto, desde esta perspectiva diacrónica, se muestra falaz el discurso de la industria y de muchos biotecnólogos que creen, a veces de buena fe, que lo que hacen representa la simple continuidad de una transformación sustancial de la naturaleza operada por nuestra especie desde hace miles de años; como si siempre hubiéramos tenido la intención y la capacidad de alterar de manera radical organismos y ecosistemas. Esa visión es limitada y toma en cuenta sólo determinado número de factores en la historia que cuenta, pero para comprender lo vivo, hay que imbricarlo en una compleja red de relaciones y circunstancias.

El proceso que subyace, en todo caso, a este cambio radical en la transformación de la naturaleza en el mundo contemporáneo es el desarrollo de la tecnociencia en el siglo xx, como última manifestación del proyecto moderno de una dominación técnica planetaria. El objetivo principal de ese proyecto civilizatorio es el control e intervención tecnológica en la naturaleza, tanto biótica como abiótica. La finalidad última de este proyecto de colonización técnica de la naturaleza consiste en adecuar las fuerzas, entidades y procesos naturales a los fines humanos para proveer los medios suficientes para el bienestar material de una humanidad en expansión y en uso intensivo de los recursos del planeta. Para esta visión tecnocientífica que concibe la naturaleza como objeto de disposición abierta, se asume comúnmente que la domesticación de plantas, animales y microorganismos fue esencial para la expansión y crecimiento de la civilización técnica por todo el orbe, no sólo en cuanto a la provisión de una demanda creciente de alimentos, sino ahora en todo tipo de producción industrial

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 90 11/10/16 3:33 PM

para la vida moderna: biomateriales, biocombustibles, biorreactores, biovectores, BioBricks, biochips, fármacos genómicos, células madre para cultivo, embriones para reproducción o investigación, óvulos criopreservados, óvulos modificados con terapias como la de sustitución de mitocondrias, etcétera.

Pero esta visión solamente se puede entender desde su raigambre moderna, gracias al cual la naturaleza es comprendida como dispositivo proveedor. Incluso un filósofo como Ortega y Gasset, quien es de los primeros en reflexionar sobre la técnica, no duda en considerar la naturaleza como aquello que satisface –o no– nuestras necesidades. "La técnica es la reforma de la naturaleza, de esa naturaleza que nos hace necesitados y menesterosos, reforma en sentido tal que las necesidades quedan a ser posible anuladas por dejar de ser problema su satisfacción".[20] Sin una objetivación de lo natural, para que pueda aparecer como cosa explotable, es decir, sin una ontología previa que nos presente el mundo como objeto, no sería posible pensar en el dominio tecnocientífico. Es importante subrayar este punto porque la visión técnica del mundo moderno no es un producto nuestro, no es un artefacto que podamos dominar. El modo de darse lo real, es decir, la manera en la que se ofrece la realidad, no es un instrumento a nuestra merced. Por eso hay que guardarse de esperar que el dominio tecnocientífico del mundo cese en cuanto podamos o queramos ver las cosas de otro modo, en cuanto nuestra voluntad transite por otros senderos.[21]

Desde esta perspectiva actual de la tecnociencia, que mira en retrospectiva anacrónica, toda entidad natural y, en general, la naturaleza como un sistema entero, se muestran como *disponible* para ser materia prima de producciones de muy distinta índole; para ser transformada, alterada y adaptada a las formas y funciones que los humanos necesitan, se imaginan o desean. Así, toda entidad

[20] José Ortega y Gasset, *Meditación de la técnica,* Madrid, Espasa Calpe, 1984, p. 66.

[21] Este punto es claro en las aseveraciones heideggerianas: "El estado de desocultamiento mismo, en cuyo interior se despliega el solicitar no es nunca un artefacto del hombre […] la técnica moderna, como un solicitador sacar de lo oculto, no es ningún mero hacer del hombre". Martin Heidegger, "La pregunta por la técnica", en *Conferencias y artículos*, Barcelona, Ediciones del Serbal, 1995, pp. 20-21.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 91 11/10/16 3:33 PM

natural se reduce en esta visión a un único valor instrumental, pues su valor intrínseco como parte de la evolución de la vida resulta irrelevante para la comprensión tecnocientífica del mundo.[22]

LO NATURAL Y LO ARTEFACTUAL. UNA VIEJA DISTINCIÓN EN DISPUTA

Siguiendo la clásica distinción aristotélica, hay cosas que son por naturaleza (*physis*) y otras que son por otras causas, es decir, por *techné,* por azar o por elección.[23] Ser causado por naturaleza tiene que ver con el movimiento y el cambio. Hay que aclarar que movimiento no se refiere a desplazamiento en el espacio, sino ante todo al modo en que algo llega a ser lo que es. Los entes naturales tienen su causa en la *physis*; es decir, que ésta es responsable de la cosa, es lo que le permite venir a la presencia. *Physis* es el origen (*arché)* del cambio y del movimiento, del llegar a ser. Por el contrario, los productos fabricados tienen su *arché* en otro (la *techné*).[24]

[22] Para una más amplia reflexión acerca de las condiciones ontológicas del dominio técnico del mundo, confróntese con Heidegger, "La pregunta por la técnica", donde explica que la esencia de la técnica consiste en una cierta apertura de lo real en la que la naturaleza aparece como existencias, como almacén, presto y dispuesto para su explotación, a esto le llama "estructura de emplazamiento (*Gestell*)". Que la naturaleza pueda aparecer bajo tal perspectiva depende de lo humano, pero no solamente, pues la realidad no es un producto de nuestra técnica (aunque nuestro peores sueños quieran alentarlo): "¿A dónde nos vemos llevados cuando, dando un paso más, reflexionamos ahora sobre lo que es en sí misma la estructura de emplazamiento como tal? No es nada técnico, nada maquinal. Es el modo según el cual lo real y efectivo sale de lo oculto como existencias (*Bestand*). De nuevo preguntamos: ¿acontece este salir de lo oculto en algún lugar que estuviera más allá de todo hacer humano? No. Pero tampoco acontece sólo *en* el hombre ni de un modo decisivo *por* él." Heidegger, "La pregunta", p. 25.

[23] Véase Aristóteles, *Física*, B, 1, 192b 10.

[24] La interpretación que hace Heidegger del primer capítulo del segundo libro de la *Física* permite comprender los conceptos aristotélicos más allá de las acepciones modernas y sus oposiciones: "Así, en los productos fabricados, la *arché* de su movilidad, y por tanto de su reposo, una vez que están acabados y elaborados, no se encuentra en ellos mismos, sino en otro lugar, en el *architectón*, en aquello que dispone de la *techné* como *arché*. Con esto habríamos consumado la delimitación frente a los *physei* onta, que si se llaman así es precisamente porque no tienen la *arché* de su movilidad en otro ente, sino en aquel

Reinterpretando la teoría aristotélica de las causas, proponemos que lo *natural* es aquello que no ha sido intervenido por la agencia técnica humana en ninguna de sus cuatro causas (material, formal, eficiente y final); esto es, que no tiene su causa en otro, como en el caso del ente fabricado, cuya venida a la presencia o de llegar a ser lo que es está posibilitado en alguna de sus causas por el *architectón*, de modo que el *arché* de su movilidad y de su transformación está en otro. Lo que estamos señalando es que las cuatro causas se relacionan o se imbrican para que algo llegue a ser lo que es y que cuando hablamos de los entes naturales el origen de la movilidad está en ellos mismos, y en los artefactuales está en otro. La movilidad implica a las cuatro causas, porque son ellas responsables de que algo venga a ser.[25]

En contraste, lo *artefactual* implica necesariamente que algo ha sido intervenido en al menos una de sus causas, pues al señalar que la *techné* es *arché* decimos, siguiendo a Heidegger, que la movilidad, es decir, el llegar a ser lo que es, está causado por otro. Lo artefactual es básicamente *naturaleza transformada*

ente que son ellos mismos (y en la medida en que son eso)." Martin Heidegger, "Sobre la esencia y el concepto de la *physis*. Aristóteles, *Física*, B, 1", en *Hitos*, Madrid, Alianza Editorial, 2000, p. 209.

[25] Aristóteles discute la relación de las causas con el artefacto para señalar que en éste la causa final y la formal coinciden. Aunque en todas las ocasiones, tratándose de entes naturales o fabricados, es la forma (*eidos*) la causa primera de su ser (de cada cosa). *Metafísica*, VII, 17, 1041b27, Madrid, Gredos, 1998. La materia está supeditada a la forma y a la técnica, en el sentido de que tiene que ser adecuada, no cualquier madera, sino, p. ej., tal madera para la fabricación de tal cama; por ello, técnica quiere decir también un determinado entender de algo en relación con su *telos*. Aquí se ve cómo las cuatro causas están directamente imbricadas en el llegar a ser lo que algo es. Dice Heidegger: "El *eidos debe estar de antemano a la vista, y este aspecto previamente visto, eidos proairetón, es el fin, telos*, del que entiende la *techné*; por eso, ésta se convierte al mismo tiempo en la determinación del modo y en la manera de proceder de lo que nosotros hemos llamado 'técnica'. Pero, una vez más, hay que decir que la esencia de la *techné no es el movimiento de las manipulaciones en cuanto actividad, sino un entender del procedimiento; y techné* no es meta ni fin, sino final en el sentido de la completitud determinadora de la esencia; sólo por eso puede ser tomado como meta y dispuesto como fin. Pero el *telos*, el aspecto previamente visto de la cama, es aquello conocido por el entendido y que se encuentra en él, y sólo en cuanto tal es punto de partida para la representación y la disponibilidad sobre la elaboración. En efecto, *arché no es el eidos* en sí, sino el *eidos proairetón*, esto es, la *proairesis*, a saber: la *techné* es *arché*". Heidegger, "Sobre la esencia", p. 209.

por el trabajo humano, y sólo brota en la existencia y permanece como tal por causa de los fines, propósitos y diseños humanos, mientras que lo natural se mantiene autónomo y totalmente al margen de éstos.[26] Lo artefactual debe contener una finalidad asignada por un agente humano y que se relaciona con el *eidos* y con que la materia sea adecuada en cada caso; mientras que las entidades naturales poseen finalidades intrínsecas espontáneas o inmanentes (de ahí proviene su "valor intrínseco", además de que son manifestaciones de una cadena evolutiva sincrónica y diacrónica).

TIPOLOGÍA PRELIMINAR DE LOS BIOARTEFACTOS

Establezcamos una preliminar tipología de los grados de artefactualidad que implicaría la producción reciente de bioartefactos. La ambivalencia natural/artefactual del bioartefacto no desaparece nunca, pero sería factible identificar grados o niveles de construcción técnica, por los cuales podemos destacar las características relevantes de los bioartefactos y, a su vez, conjeturar cómo se relacionarán con otros organismos vivos y con los ecosistemas en los que pueden habitar. Asimismo, el nivel de artefactualidad es relevante para distinciones y regulaciones de carácter ético, político y jurídico. El grado o nivel de artefactualidad y de artificialidad en los bioartefactos se puede analizar en las clásicas cuatros causas aristotélicas como factores entrecruzados:

a) La *causa material* de que está compuesto o confeccionado el bioartefacto. Si la materia biológica es materia prima no transformada, sino solamente seleccionada, el artefacto es muy próximo a sus congéneres naturales, y a simple vista no posee características distintivas. Si está hecho de mate-

[26] Si la *techné es un entender acerca de algo, sería absurdo proponer que este saber fuera necesario para que el ente natural llegara a ser y creciera. Es decir, el animal no necesita saber de zoología para alcanzar su forma, la cual es physis*: "[…] lo que está creciendo, va de algo hacia algo. ¿Hacia qué está creciendo? No hacia aquello de donde proviene, sino hacia aquello a lo cual va. Luego la forma es naturaleza". Aristóteles, *Física*, B, 1, 193b17.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 94 11/10/16 3:33 PM

ria biótica transformada (materia segunda, recombinada genéticamente) está en un segundo grado de artefactualidad, pero conserva propiedades biológicas naturales.[27] Pero si la materia biótica de que está fabricado o construido es sintética y plenamente artificial, se trataría de una materia biológica (y bioquímica) producida *ex novo*, pero dicho tipo de materia no existe todavía. Así, en cuanto a su materialidad, un bioartefacto plenamente artificial sería aquel que ha sido diseñado y construido enteramente y cuya materia ha sido sintetizada (química sintética) para crear una materia biológica nueva y no existente en la naturaleza. Por lo pronto, lo que las biotecnociencias son capaces de producir es materia biológica recombinada, *materia biológica segunda*.

b) La *causa formal* que estructura o configura al bioartefacto y que determina muchos de sus funcionamientos, capacidades y potencialidades. Si la forma no ha sido modificada conserva sus propiedades intrínsecas y, por ende, sus fines inmanentes y capacidades de movimiento, crecimiento y reproducción. Si la forma ha sido alterada en algún grado, se introducen nuevos funcionamientos y posiblemente capacidades. Un transgénico de maíz, p. ej., ha sido modificado en su genoma para realizar un nuevo funcionamiento: produce una toxina que lo defiende de una plaga. Un transgénico animal puede tener una capacidad o funcionamiento nuevo (no natural), p. ej., el conejo del artista Eduardo Kac, que puede ser fluorescente ante cierto tipo de luz porque tiene genes de las medusas. Si el genoma del organismo, su estructura formal, ha sido generada enteramente por diseño y construido paso a paso, gen a gen, en el laboratorio, podríamos decir que este bioartefacto tiene una forma enteramente artificial. Su estructura genética sería novedosa y sin precedentes en la naturaleza. Éste es uno de los objetivos más ambiciosos de la biología sintética, que

[27] Si, en cambio, la materia de un artefacto que cumple alguna función biológica es derivada de una entidad natural pero abiótica, como el plástico, p. ej., dicho artefacto es más bien artificial y abiótico (no es en sentido estricto un bioartefacto, como un corazón artificial hecho de titanio y silicón).

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 95 11/10/16 3:33 PM

todavía está por lograrse. La forma sintética de un organismo vivo implicaría una nueva modalidad de *bioartificialidad* en el sentido de Negrotti.

c) En cuanto a la causa final, los bioartefactos mantienen los fines intrínsecos de los organismos vivos no modificados de los cuales provienen o con los cuales están emparentados evolutivamente. Pero todo bioartefacto posee en sus capacidades y funciones al menos una nueva finalidad no natural, una finalidad técnica (asignada extrínsecamente) que se manifiesta como resultado de la modificación operada desde el diseño y producción humanos en su materia y/o en su forma, que ha sido introducida desde una causa eficiente externa. Un bioartefacto plenamente artificial podría desarrollar nuevas finalidades no existentes en la naturaleza ni previstas en el diseño técnico que le dio origen. Desconocemos qué nuevas finalidades podrían desarrollarse en grados de bioartefactualidad más complejos que combinen modificaciones materiales y formales en los organismos. En principio, sería posible diseñar, por ejemplo, un organismo con una duración vital predeterminada. Si bien la mortalidad es esencial a todo lo vivo, no está predeterminado un tiempo de vida preciso. Una nueva finalidad asignada sería una mortalidad programada y exacta, con una fecha de caducidad como la que tienen los productos alimenticios.[28]

d) La causa eficiente, que en el caso de los organismos vivos naturales es inmanente e intrínseca a su materia-forma-finalidad, se vuelve una causa externa en el caso de los bioartefactos. La causa eficiente exterior es el diseño, fabricación y operación que realiza al menos un agente humano (o quizá podría ser en el futuro un robot o una máquina "inteligente") para introducir alteraciones formales y materiales en el organismo, y con ello lograr que se manifiesten otras finalidades, funciones y capacidades que responden a los intereses técnicos de los humanos.

[28] Tal como sucede con los *replicantes nexus* en el filme de culto de ciencia ficción *Blade Runner*, dirigida por Ridley Scott [1982], Burbank, Warner Home Video, 2012.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 96 11/10/16 3:33 PM

Por tanto, las cuatro causas de los objetos técnicos pueden demarcar una taxonomía esquemática y aproximativa para distinguir los diferentes tipos de bioartefactos que se han producido, así como los que podrían ser fabricados en el futuro. Ahora bien, el creciente grado de artefactualidad incorporado en los bioartefactos es resultado de un proceso histórico epistémico, tecnológico, socioeconómico y político-jurídico, y repercute asimismo en una cada vez mayor alteración técnica de las interacciones entre organismos, así como de los ambientes en los que surgen, viven y han convivido los bioartefactos con organismos no modificados y con los agentes humanos que los usan, consumen u operan. Esto es, la transformación técnica de organismos vivos ha transmutado también las interacciones y configuraciones en los ecosistemas, incluyendo alteraciones en los propios agentes humanos (no sólo mentales y culturales, también fisiológicas y genéticas).[29]

No existen aún, o no han podido ser construidos, ecosistemas "artificiales", pero sí hemos podido trasladar o transterrar bioartefactos para introducirlos en ambientes naturales/sociales distintos a los que los originaron o en los que coexisten sus antecesores no modificados. De hecho, estas transposiciones geográficas han causado cambios metabólicos, fisiológicos y genéticos en los bioartefactos (y también en los organismos vivos no modificados técnicamente), por su plasticidad e inherente capacidad de adaptación evolutiva. La transformación del ambiente que hemos llevado a escala planetaria, por un lado, y por otro, las ciudades como sitio *ad hoc* de lo humano nos presentan paisajes artificiales que obligan a repensar la relación que hay entre los entes naturales, los artefactos, los bioartefactos y las condiciones natura-artificiales de estancia, existencia y crecimiento. Es decir, que al tema de las cuatro causas aristotélicas habría que sumar el medio y la mediación, para señalar que lo que existe

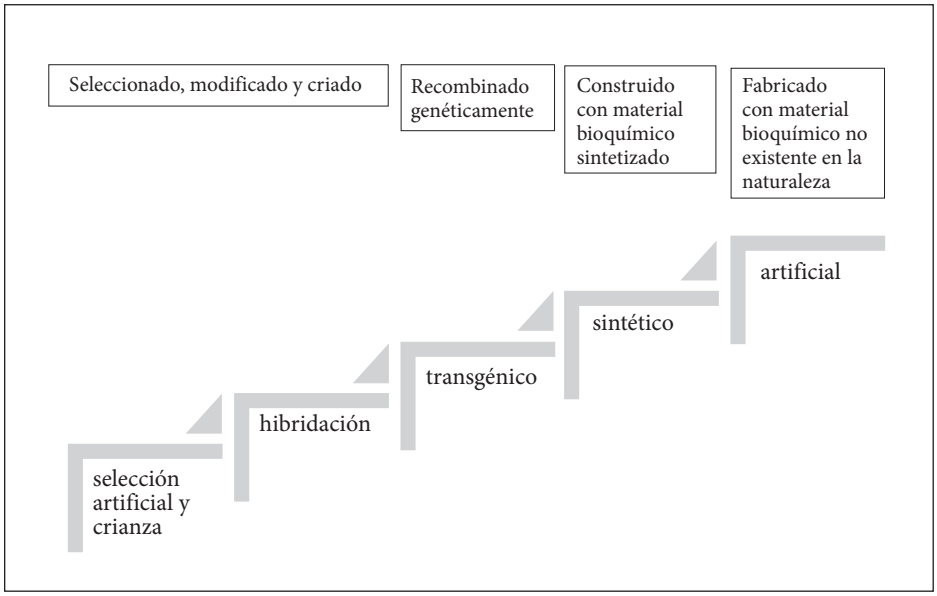
[29] Así, por ejemplo, es relevante para entender la historia de la humanidad estudiar la historia de la alimentación y del uso de animales y plantas para diversos fines. La "historia" se solía concentrar solamente en las ideas, los procesos políticos o las religiones, y se solía dejar de lado la materialidad básica de la vida social: qué comemos y con qué producimos los artefactos necesarios para la reproducción de la vida social y cultural.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 97 11/10/16 3:33 PM

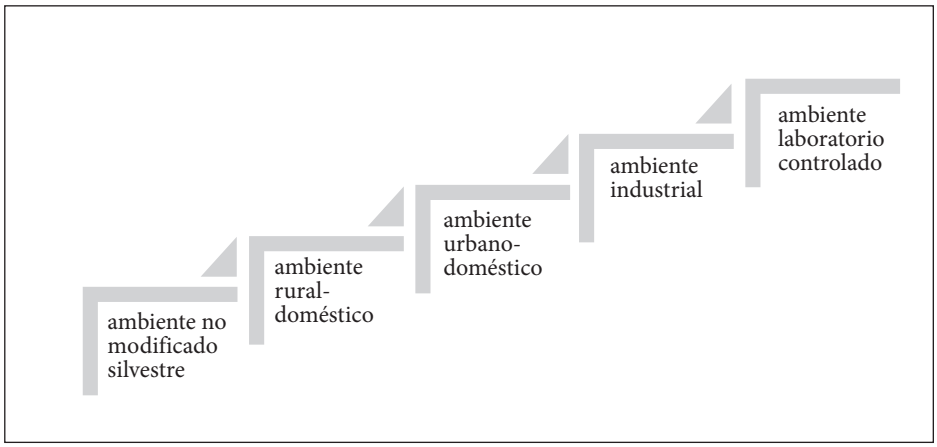
–independientemente de la clasificación del ente natural o artificial o bioartefactual– está en un medio modificado técnicamente (por ejemplo, por el número de partículas suspendidas en el aire o por la alta concentración de ozono, o por el tipo de alimento que consumen plantas y animales) y por ende, lo que existe aparece o se da mediado, pues es resultado de mediaciones que le anteceden y que lo hacen estar determinado por otro.

Asimismo, actualmente cohabitan y se entremezclan diversos grados ónticos y ecosistémicos de artefactualidad (que surgieron durante diversos periodos históricos). Las modernas formas, procesos y prácticas de las biotecnologías se mezclan y, a veces, se confunden con las viejas formas de las biotécnicas tradicionales. Por ejemplo, se puede producir vino con viejas técnicas de vinificación pero utilizando levaduras transgénicas creadas en laboratorio. Por eso, debemos estar conscientes de que la taxonomía que proponemos es sólo aproximada y esquemática, por ende, debe ser revisada, enriquecida y problematizada.

Grados o niveles de bioartefactualidad óntica



Grados o niveles de bioartefactualidad ecosistémica o ambiental



Los ambientes en los que se han generado o en los que interactúan los bioartefactos surgieron en una sucesión histórica, pero actualmente conviven en espacios territoriales cercanos o similares, demarcados por la interacción entre el mundo tecnocientífico y los ecosistemas naturales. Por ejemplo, el ámbito industrial envuelve tanto los ámbitos urbanos como los rurales; lo rural permanece o resiste en los ámbitos urbanos; los paisajes "naturales" en muchas ciudades son ecosistemas artificiales con mezclas de especies producidas por el capricho o el ingenio humano. Así, no podemos suponer que los bioartefactos sólo pueden existir y sobrevivir en laboratorios especializados o en granjas industrializadas; también coexisten en ambientes silvestres y son capaces de interactuar, reproducirse y coevolucionar con otros organismos en cualquier tipo de ecosistema. No obstante, los bioartefactos han tenido origen por la acción técnica humana, y sin la interacción con los humanos, no mantendrían formas y funciones sustantivas actuales (como sucede con los perros o con cultivos como el maíz).

Por el contrario, los artefactos abióticos convencionales no "sobreviven" en cualquier ambiente o ecosistema. Pierden su potencialidad técnica, su tecnicidad como diría Simondon, si no están en contacto e interacción con agentes humanos. Si desaparecieran los seres humanos, la mayoría de los artefactos

abióticos dejarían de operar y cumplir sus funciones técnicas, hasta ser subsumidos como pedazos o retazos de materia en algunos ecosistemas, como los restos materiales de un barco naufragado se convierten en la base de un arrecife de coral.[30] En cambio, los bioartefactos no sólo tienen la capacidad de sobrevivir sin interacción con humanos, sino que incluso podrían conservar sus funciones técnicas y seguir coevolucionando con otros organismos vivos y probablemente adaptarse a distintos ecosistemas, pero no por ello retornarían inmediatamente a un estado "natural".

El proyecto de la civilización tecnocientífica contemporánea tiene como propósito implícito convertir todo lo natural en producto artefactual; en este propósito se incluye la transformación radical, en términos ontológicos, axiológicos y estéticos, de todo organismo vivo en organismo vivo artefactual, es decir, en un bioartefacto, con distintos grados de artefactualidad, dependiente del nivel de conocimiento científico y control tecnológico que se haya logrado realizar en cada etapa del proceso. Éste es el modelo y finalidad del trabajo de las biotecnologías, la nanobiotecnología, la ingeniería genética y la biología sintética. La naturaleza se transforma así paulatinamente, por medio de estas poderosas biotécnicas, en un gran bioartefacto ecosistémico, por ende, adquiere un cariz cultural, simbólico, plástico y evoluciona a la par que nuestras representaciones culturales, fines, ideas o debates y controversias sociales. De este modo, el desafío filosófico que inquieta y causa asombro es si este avance de las biotecnociencias puede conducirnos a un estado en el que se diluya

[30] Una popular serie de History Channel, *La Tierra sin humanos,* expone cómo se degradarían los artefactos si los humanos se extinguieran y cómo la naturaleza iría recobrando los espacios antes humanizados. *Life After People,* dirigida por Jim Hense *et al.* (2009; California, Flight 33 Productions). La serie se basa en el libro de Alan Weisman, *El mundo sin nosotros,* Barcelona, Debate, 2007. En esta prospección-ficción se plantea que en unos 200 años las grandes estructuras y edificios erigidos por los humanos se derrumbarían por la corrosión y la congelación en las zonas más frías. De los animales domesticados sólo sobrevivirían los más grandes. Después de nuestra extinción, es probable que en unos mil años la naturaleza recobrara por completo todas las zonas urbanizadas o alteradas por la técnica, borrando así las huellas de la era del "antropoceno". Pero lo que olvida la serie es que quizá nuestros bioartefactos continuarían existiendo y evolucionando.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 100 11/10/16 3:33 PM

–ahora sí– por completo la diferencia entre lo natural y lo artefactual, es decir, en el que lo bioartefactual reemplace o suplante todo lo natural. Porque de este modo tendríamos una naturaleza por completo manufacturada, nada quedaría de la naturaleza en estado *natural*. Eso ya sucede en parte en el nivel ideológico y estético de las representaciones sociales, como señalábamos líneas arriba, en la forma de hipernaturaleza y *next nature* o formas de naturaleza producida por la cultura (la economía capitalista y sus formas mercadotécnicas de representación). Pero además, esta gran transformación bioartefactual implicaría otras consecuencias sociales de significativa relevancia en la comprensión social de nuestras interacciones con la naturaleza, como lo señala Keekok Lee:

> Las más radicales y poderosas tecnologías del final del siglo XX y del XXI son capaces de producir artefactos con un nivel creciente de artefacticidad. El desafío planteado por el moderno *homo faber* es la sistemática eliminación de la naturaleza, tanto en el nivel empírico como en el ontológico, y de este modo, generando además una civilización narcisista.
>
> Lo preocupante de la tecnología moderna a largo plazo podría no ser que amenace la vida en la Tierra, como sabemos, a causa de sus efectos contaminantes, sino porque podría finalmente humanizar toda la naturaleza. La Naturaleza, como lo "Otro", podría ser eliminada.[31]

Para contrarrestar esa tendencia moderna y contemporánea a la eliminación de la diferencia entre naturaleza y cultura,[32] Lee propone una defensa y protección no sólo conceptual sino práctica, no sólo epistémica sino también ético-política de la categoría "natural", mediante el reconocimiento e identificación del valor intrínseco de los organismos vivos y de los ecosistemas como modalidades de *alteridad vital* a la especie humana. Así que mantener la distinción

[31] Keekok Lee, *The Natural and the Artefactual*, Maryland, Lexington Books, 1999, p. 2.

[32] La diferencia esencial entre la concepción técnica de la modernidad y las anteriores es que éstas no se proponían transformar toda la naturaleza, no la concebía como materia transformable, sino como base inmutable, respetable o incluso sagrada o inmodificable.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 101 11/10/16 3:33 PM

humanidad/naturaleza, cultura/natura, artefactual/natural resulta de una importancia estratégica en el debate filosófico y científico, pero también en la política tecnocientífica y ambiental. La fusión total entre lo natural y artefactual por medio de la producción de bioartefactos es posible, al menos en teoría, pero ontológicamente nos deja en un horizonte de indistinción que además sólo es capaz de pensar la naturaleza en términos técnicos, objetivos, objetuales y cuantificables. Lee nos propone que lo evitemos, que defendamos y protejamos lo natural, tal como lo hemos conocido, sin romanticismos ni dualismos ontológicos, porque los organismos vivos contienen fines propios y están vinculados a la evolución de la vida en la Tierra. A final de cuentas, la vida humana depende de la existencia autónoma y de los procesos propios de los ecosistemas y de todas las otras formas de vida con las que compartimos el planeta.

LA NUEVA REVOLUCIÓN TECNOCIENTÍFICA BIOARTEFACTUAL

Hemos dicho que la diferencia esencial entre las viejas biotécnicas y las modernas biotecnologías consiste en que la producción de bioartefactos desde la revolución neolítica y el nacimiento de la agricultura hasta los inicios del siglo XX no poseía como propósito explícito realizar un proyecto de transformación bioartefactual, además de que no se disponía de los medios materiales ni de las capacidades epistémicas explícitas para tal tipo de transformación. En cambio, es la biotecnociencia de finales del XX y del XXI, fundada en el paradigma gencéntrico, lo que ha dado forma a esa idea y ese proyecto; ha puesto en marcha la más profunda y radical de las revoluciones tecnocientíficas,[33] quizá, incluso sin que seamos totalmente conscientes de sus implicaciones históricas y evolutivas.

[33] Aquí nos basamos en la idea de "revoluciones tecnocientíficas" que propone Javier Echeverría en su ya clásico libro *La revolución tecnocientífica*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 2003. Está surgiendo en nuestra época un nuevo paradigma tecnocientífico: es el paradigma de la bioartefactualidad de síntesis. Analizaremos algunas implicaciones axiológicas y sociales en la segunda parte de este apartado.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 102 11/10/16 3:33 PM

Está emergiendo un nuevo paradigma tecnocientífico: es la bioartefactualidad de síntesis. Mediante la producción biotecnológica de una multiplicidad de bioartefactos, los humanos pretenderían reemplazar, desde una mirada técnica del mundo, paso a paso a la naturaleza como causa eficiente e incluso como causa final, y asignan nuevas y extrínsecas causas formales y finales a las entidades naturales, transformando sus funciones, sus estructuras y últimamente rediseñando o reconstruyendo su propia materialidad. Se trata, en suma, del proyecto de una revolución bioartefactual de implicaciones de largo alcance. Estas fases de desarrollo se han superpuesto y combinado en los últimos 50 años. La primera oleada de transformación operaba en el nivel aparencial fenotípico; el segundo en el nivel de los funcionamientos y la estructura fisiológica y genotípica; el tercero en los fines, y la cuarta intenta lograrlo en la materialidad de las entidades naturales transformadas en artefactos bióticos.

La naturaleza biótica posee valores intrínsecos, pues tiene fines inmanentes y cambia y se mueve por el impulso de desarrollo y crecimiento propio de los organismos vivos. Se podría afirmar que no tiene trascendencia moral transformar radicalmente la naturaleza abiótica (excepto por los riesgos que ello implica), puesto que, por ejemplo, una piedra o un río no tienen fines intrínsecos ni crecen ni se desarrollan, ni se reproducen, pero la naturaleza biótica sí, porque todas las formas de vida se interrelacionan y reproducen, dependen de sus mutuos servicios y de sus vínculos con los ecosistemas. Los organismos vivos no son "máquinas" orgánicas aisladas, son entidades evolutivas con fines, movimiento y capacidad reproductiva inherentes y en constante interacción. Por ello, la transformación biotecnológica de organismos vivos no elimina o reemplaza esos fines intrínsecos, pero sí refuerza la ambivalencia natural/artefactual de los bioartefactos.

Para no confundir estas revolucionarias transformaciones biotécnicas con cualquier efecto accidental o colateral de las acciones humanas, es indispensable tener en cuenta que la transformación de lo natural vivo en artefactual es intencional y deliberada, diseñada y operada, no es fortuita como sucedió durante gran parte de la historia de la domesticación e hibridación; no sólo porque las intervenciones técnicas de la Antigüedad se basaban en la

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 103 11/10/16 3:33 PM

epistemología del cultivo y en la idea de una colaboración (o quizá sumisión) con la tierra, más que en la transformación y el dominio, sino porque simplemente no se conocían los cambios genéticos y estructurales que resultaban de la selección artificial y la crianza en la agricultura o la ganadería. En efecto, la revolución científica desde el darwinismo y la tecnocientífica iniciada a partir del descubrimiento o postulación de la estructura del ADN cambiaron para siempre esa antigua "inocencia" o inconciencia sobre los cambios biológicos sustantivos operados en los organismos vivos intervenidos técnicamente. En nuestro tiempo, esta transformación constituye una nueva epistemología y un deliberado proyecto de transformación de organismos vivos de trascendencia evolutiva. Muchos biotecnólogos se ufanan ya al decir que por fin los humanos hemos tomado control de la evolución, que ésta se encuentra ahora en "nuestras manos". Tal afirmación resultaba impensable en el antiguo mundo epistémico y técnico de la crianza y el cultivo de organismos.

En la conversión de la naturaleza biótica en bioartefactos debemos observar también una modificación de tipo axiológico. Los organismos dejan de ser naturaleza exterior e independiente de los fines humanos (una verdadera forma de alteridad) para ser subsumidos como una forma de producto cultural, que responde a nuestros fines y valores instrumentales. Esto ha sucedido ya, por ejemplo, con el proceso de producción industrializada de carne y productos animales. Los animales son transmutados en materia prima de producción industrial, desprovista de valores intrínsecos, destinados a los fines humanos. Su valor se ha reducido a un carácter meramente instrumental, comercial, de ser carne-cosa-mercancía, ocultando su alteridad vital y sus propiedades como organismos vivos: sus formas sociales de vida, su capacidad mental y emocional, sus propias valoraciones, fines e intenciones. Por eso es común que la gente de nuestra civilización se admire de que los demás animales tengan emociones y representaciones mentales, y les cuesta aún trabajo admitir que otros animales poseen vida subjetiva y consciente.

Los antecedentes históricos de la actual revolución biotecnocientífica se ubican en la industrialización operada desde finales del siglo XIX en la producción de bioartefactos, se puede observar un cambio sustancial en el nivel de ar-

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 104 11/10/16 3:33 PM

tefactualidad con que son "producidos". Éste ha pasado de la selección artificial y cruza (*embreeding*) tradicionales, a la selección genética e hibridación mendeliana, y luego a la actual ingeniería genética, mediante la que los bioartefactos son alterados y manipulados en sus causas formales y eficientes, pero continúan manteniendo fines y funciones intrínsecos. La biología sintética, reciente periodo en el avance de la biotecnología, podría intentar la producción de organismos vivos de diseño con material bioquímico sintético, sin relación con anteriores especies; es decir, un organismo vivo enteramente artificial, cuyos fines y funciones sean controlados por el diseñador. La duda que surge es si estos organismos artificiales dejarían de poseer fines intrínsecos, funciones "naturales" relacionadas con otras especies cercanas o similares.

Estas y otras consecuencias sociales y ambientales del desarrollo actual de las biotecnociencias, y en particular, de la biología sintética, son tema de análisis somero en la segunda parte de este artículo.

BIBLIOGRAFÍA

Álvarez-Buylla, Elena y Alma Piñeyro (coords.). *El maíz en peligro ante los transgénicos,* México, UNAM, 2014.

Aristóteles, *Física,* México, UNAM, 2001.

———, *Metafísica* Madrid, Gredos, 1998.

Blade Runner, Ridley Scott (dir.) [1982], Burbank, Warner Home Video, 2012.

Borgmann, Albert, "The Nature of Reality and the Reality of Nature", en Michael E. Soule y Gary Lease (eds.) *Reinventing Nature? Responses to Postmodern Deconstruction,* Washington, Island Press, 1995, pp. 31-46.

Campbell, Timothy C., *Improper Life,* Minneapolis, University of Minnesota Press, 2011.

Campos, Luis, "That Was the Synthetic Biology that Was", en Markus Schmidt, Alexander Kelle, Agomoni Ganguli-Mitra y Huib de Vriend (eds.) *Synthetic Biology: The Technoscience and its Societal Consequences*, Heidelberg, Springer-Verlag, 2009, pp. 5-21.

Carlson, Robert H., *Biology is Technology: The Promise, Peril, and New Business of Engineering Life,* Cambridge, Harvard University Press, 2010.

Church, George y Ed Regis, *Regenesis. How Synthetic Biology will Reinvent Nature and Ourselves,* Nueva York, Basic Books, 2012.

Cooper, Melinda, *Life as Surplus. Biotechnology and Capitalism in the Neoliberal Era,* Washington, University of Washington Press, 2008.

Deplazes, Anna, Agomoni Ganguli-Mitra y Nikola Biller-Andorno, "The Ethics of Synthetic Biology: Outlining Agenda", en Markus Schmidt, Alexander Kelle, Agomoni Ganguli-Mitra y Huib de Vriend (eds.), *Synthetic Biology: The Technoscience and its Societal Consequences*, Heidelberg, Springer, 2009, pp. 65-79.

Echeverría, Javier, *La revolución tecnocientífica,* Madrid, Fondo de Cultura Económica, 2003.

González, Juliana, y Jorge E. Linares (coords.), *Diálogos de bioética. Nuevos saberes y valores de la vida,* México, Fondo de Cultura Económica-UNAM (Programa Universitario de Bioética), 2014.

Heidegger, Martin, "La pregunta por la técnica", en *Conferencias y artículos*, Barcelona, Ediciones del Serbal, 1995.

Ingold, Tim, y Gisli Palsson (eds.), *Biosocial Becomings: Integrating Social and Biological Anthropology*, Cambridge, Cambridge University Press, 2013.

Kaebnick, Gregory E., y Thomas H. Murray (eds.), *Synthetic Biology and Morality: Artificial Life and the Bounds of Nature,* Cambridge, The MIT Press, 2013.

Karafyllis, Nicole C., "Growth of Biofacts: the Real Thing or Metaphor?", en Reinhard Heil, Andreas Kaminski, Marcus Stippak, Alexander Unger y Marc Ziegler (eds.), *Tensions and Convergences. Technological and Aesthetic (Trans) formations of Society*, Bielefeld, Transcript, 2007, pp. 141-52.

Latour, Bruno, *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia,* Barcelona, Gedisa, 2001.

Lee, Keekok, *The Natural and the Artefactual. The Implications of Deep Science and Deep Technology for Environmental Philosophy,* Maryland, Lexington Books, 1999.

Lemke, Thomas, Monica Casper y Lisa Moore, *Biopolitics: An Advanced Introduction,* Nueva York, New York University Press, 2011.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 106 11/10/16 3:33 PM

Life After People, película dirigida por Jim Hense, Douglas Cohen, Frank Kosa, Louis Tarantino, James Grant Goldin, Darryl Rehr, Annie Azzariti *et al.*, California, Flight 33 Productions, 2009.

Linares, Jorge E., *Ética y mundo tecnológico,* México, UNAM/Fondo de Cultura Económica, 2008.

McKibben, Bill, *The End of Nature,* Nueva York, Random House, 2006.

Negrotti, Massimo, *The Reality of the Artificial. Nature, Technology and Naturoids,* Heidelberg, Springer-Verlag, 2012.

Next Nature Network. Disponible en www.nextnature.net.

Ortega y Gasset, José. *Meditación de la técnica.* Madrid: Espasa Calpe, 1985.

Parikka, Jussi, *A Geology of Media,* Minnesota, University of Minnesota Press, 2015.

Pitrou, Perig, María del Carmen Valverde y Johannes Neurath (coords.), *La noción de vida en Mesoamérica,* México, UNAM, 2011.

Savulescu, Julian, Ruud ter Meulen y Guy Kahane (eds.), *Enhancing Human Capacities,* Oxford, Oxford University Press, 2012.

Schmidt, Markus, Alexander Kelle, Agomoni Ganguli-Mitra y Huib de Vriend (eds.), *Synthetic Biology. The Technoscience and its Societal Consequences,* Heidelberg, Springer-Verlag, 2009.

Simondon, Gilbert, *Del modo de existencia de los objetos técnicos,* Buenos Aires, Prometeo, 2008.

Sloterdijk, Peter, *Esferas III. Espumas. Esferología plural,* Madrid, Siruela, 2014.

Sunder Rajan, Kaushik, *Biocapital. The Constitution of Postgenomic Life,* Durham, Duke University Press, 2006.

——— (ed.), *Lively Capital: Biotechnologies, Ethics, and Governance in Global Markets,* Durham, Duke University Press, 2012.

Van Mensvoort, Koert, y Hendrik Jan Grievink, *Next Nature. Nature Changes Along with us.* Amsterdam-Barcelona, Actar, 2011.

Weisman, Alan, *El mundo sin nosotros,* Barcelona, Debate, 2007.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 108 11/10/16 3:33 PM

HACIA UNA ONTOLOGÍA DE LA BIOARTEFACTUALIDAD (SEGUNDA PARTE). CONSECUENCIAS SOCIALES Y AMBIENTALES DE LA BIOARTEFACTUALIDAD

*Jorge E. Linares Salgado**

LA NUEVA ERA DE LA BIOLOGÍA SINTÉTICA

> Construir un microbio que pudiera convertir maíz en plástico, en un proceso para fermentar cerveza, fue justamente el ejemplo de las transformaciones que han sido posibles por la emergente disciplina de la biología sintética –la ciencia de la alteración selectiva de genes de organismos para lograr que éstos hagan cosas que no harían en su estado original, natural e intocado.[1]

La revolución biotecnocientífica de la que hemos hablado en la primera parte de este artículo se concreta en nuestros días en el desarrollo de la biología sintética. Ésta ha sido concebida como el diseño y construcción de nuevos sistemas biológicos no existentes en la naturaleza. Tal neologismo engloba el equívoco de la imagen de la tecnociencia contemporánea: muchos piensan comúnmente que esto es hacer ciencia, que es "biología" en una nueva etapa; más bien es tecnociencia, es decir, desarrollo de aplicaciones con fines esencialmente pragmáticos, industriales o comerciales mediante una estructura social e institucional de orden global e interdisciplinario, en la cual los fines cognoscitivos de la ciencia quedan subordinados a los fines tecnológicos.[2] Pero en realidad no se trata de un neologismo, puesto que en

* Programa Universitario de Bioética-UNAM.

1 George Church y Ed Regis, *Regenesis. How Synthetic Biology will Reinvent Nature and Ourselves*, Nueva York, Basic Books, 2012, p. 2.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 109 11/10/16 3:33 PM

1912 había aparecido el libro del médico francés Stéphane Leduc, *La biologie synthétique*. Leduc sostenía que a través de la ósmosis podía producirse nuevas y complejas formas de vida.[3] En la actualidad, el resurgimiento de la biología sintética, gracias al desarrollo previo de la ingeniería genética, es capaz de crear componentes y *BioBricks* que sirven como "chasises" para dispositivos intracelulares o genómicos, con los cuales es factible construir sistemas o incluso organismos enteros (en el futuro, si las perspectivas resultan eficaces). La biología sintética funciona con la lógica ingenieril de la fabricación de partes extra y la composición estructural desde un diseño previo configurado computacionalmente, pero ahora trabaja con "herramientas" y materiales hechos con enlaces bioquímicos y genéticos: ingeniería de ADN (circuitos de ADN) y BioBricks, estandarización de partes biológicas; construcción de sistemas vivos mínimos y de protocélulas no existentes en la naturaleza; recombinación a partir de una bioquímica sintética, no existente en los organismos vivos actuales. Las principales líneas de desarrollo de la biología sintética son: circuitos de ADN, minimización de genomas, creación de protocélulas, rutas metabólicas sintéticas (synthetic metabolic pathways). En conjunto, la biología sintética perfila el objetivo final de poder *fabricar* nuevas formas de vida, organismos vivos completos de diseño, que cumplan las funciones y los fines asignados por un programa biotecnológico. Lo que suscita duda de inmediato es si será posible lograr el control total y eficiente del desempeño de estos nuevos bioartefactos; si éstos mantendrán fines o funciones intrínsecos (no asignados y controlados técnicamente), y si estos nuevos organismos se reproducirán o transferirán

[2] Véanse Javier Echeverría, *La revolución tecnocientífica*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 2003 y la segunda parte de Jorge Enrique Linares, *Ética y mundo tecnológico*, México, UNAM-Fondo de Cultura Económica, 2008.

[3] Véase Luis Campos, "That Was the Synthetic Biology that Was", en M. Schmidt *et al.* (eds.), *Synthetic Biology*: *The Technoscience and its Societal Consequences*, Heidelberg, Springer-Verlag, 2009, p. 7. Campos también señala que Albert F. Blakeslee, director de la Estación de Evolución Experimental, estableció entre la década de los años veinte y treinta del siglo pasado el proyecto de producción de nuevas especies sintéticas como resultado de mutaciones cromosómicas.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 110 11/10/16 3:33 PM

sus genes con los no modificados. De entrada, parece haber más interrogantes que realidades en las promesas de la biología sintética. Sin embargo, el logro de fabricar organismos *ex novo* constituirá por sí mismo un hito en la historia de la tecnología, de trascendentes consecuencias e implicaciones sociales y ambientales. Si estos objetivos se consiguen estaremos entonces en el umbral de un nuevo paradigma bioartificial de la tecnociencia contemporánea.

Conviene aclarar que en el momento actual de desarrollo técnico, lo "sintético" significa más bien diseñado y fabricado, que "artificial" en el sentido que ya hemos señalado.[4] Lo artificial simula o replica en distintos niveles un organismo ejemplar o de referencia original, mientras que lo sintético crea funcionamientos o capacidades inéditos en un organismo vivo modificado, pero no implica crear una copia hecha a imagen y semejanza de lo natural; por el contrario, crea algo no existente en la naturaleza. En el futuro probablemente sea posible lograr el diseño y fabricación enteramente artificial de un organismo vivo, entonces tendríamos un producto de biología sintética *artificial*, un *bioartefacto artificial*.

La biología sintética trabaja en esta fase inaugural en dos grandes propósitos: *a)* diseño y construcción de partes, componentes o sistemas biológicos; *b)* rediseño de sistemas biológicos existentes para redirigir o reconducir sus funciones y metabolismos para fines de utilidad tecnológica, industrial y comercial. Como muchos autores lo señalan, se encarga de diseñar lo que no existe en la naturaleza biológica o de rediseñar lo que ya existe y funciona. Ello requiere de una más amplia y mejorada comprensión teórica de los procesos celulares, moleculares y genéticos o genómicos, así como el proyecto de producir para fines industriales y comerciales una gama de aplicaciones para la bio-remediación ambiental, biocombustibles y biomateriales, industria de

[4] No identificamos "artificial" con "artefactual". Lo artificial es una modalidad de artefactualidad que produce objetos técnicos que simulan, replican, sustituyen funciones, procesos o entidades naturales previamente existentes. Véase Massimo Negrotti, *The Reality of the Artificial. Nature, Technology and Naturoids*, Heidelberg, Springer-Verlag, 2012.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 111 11/10/16 3:33 PM

alimentos, farmacéutica, ingeniería médica (terapia génica, tratamientos contra el cáncer y otras enfermedades), nanosistemas, neurofármacos y neurotecnologías, entre otros.

Así, la biología sintética se propone arribar a un nuevo estadio de la transformación bioartefactual de organismos vivos, tejidos, células y moléculas biológicas. La bioartefactualidad entrará con ello en una nueva etapa de consecuencias todavía desconocidas, pero de riesgos conjeturables aunque impredecibles, que demandarán nuevos debates sociales de carácter ontológico, ético y político. Pero este proceso de desarrollo tecnocientífico acontece en el contexto específico del despliegue de nuevas formas del capitalismo mundial, y es impulsado por las fuerzas económicas y políticas del mercado global. De esta manera, las posibilidades tecnocientíficas sólo cobran realidad efectiva en el sistema mundial de la industria y el comercio de producciones artefactuales y bioartefactuales. Los bioartefactos, en particular, constituyen nuevas modalidades de mercancías y bienes de capital por su capacidad reproductiva, de transformación y de adaptación a diversos ecosistemas.

EL BIOCAPITAL

Como lo plantea Kaushik Sunder Rajan en *Biocapital*,[5] "las ciencias de la vida representan la nueva cara, y la nueva fase, del capitalismo y, en consecuencia, la biotecnología es una forma de empresa inseparable del capitalismo contemporáneo". De esta manera, el objetivo, las prácticas y las estructuras sociales en donde se desarrollan las biociencias ha adquirido una forma empresarial, típica de la tecnociencia contemporánea, como ya lo demarcaba Javier Echeverría. Este espectacular desarrollo en los últimos 30 años sólo habría sido posible en el contexto social, económico, político y cultural del capitalismo globalizado de nuestra época y, por ende, como resultado de las transforma-

[5] Véase Kaushik Sunder Rajan, *Biocapital. The Constitution of Postgenomic Life*, Durham, Duke University Press, 2006, p. 3.

ciones mundiales en los sistemas de producción y consumo, así como en las interacciones entre el mundo tecnológico y la naturaleza. Sus condiciones de posibilidad no sólo residen en las tecnologías informáticas que permiten la secuenciación de genomas, y que posibilitan manipular y sintetizar enormes cantidades de información o la creación de genobancos de datos, sino también en condiciones legales (sistema de patentes de validez mundial), normativas y regulatorias, organizacionales e institucionales (las universidades, las agencias gubernamentales, las empresas, los gobiernos y sus respectivas agencias de desarrollo científico y tecnológico; es decir, los nuevos agentes tecnocientíficos preponderantes).

En particular, una condición esencial ha sido la legalización de la propiedad privada industrial sobre métodos de secuenciación, organismos vivos y secuencias de genomas. Sin este proceso de consolidación del régimen de propiedad privada no se habría producido el rápido y extendido despliegue de las biotecnologías genéticas. Como señala Sunder Rajan, la secuenciación de ADN depende de dispositivos electrónicos que posibilitan su producción sistematizada, objetiva, repetible y almacenable, al tiempo de que esto depende de su estatus legal como propiedad privada.

El edificio entero de la biotecnociencias tiene como pilar la tecnología de ADN recombinante, que creó la factibilidad de cortar y pegar fragmentos de ADN de los genomas para producir distintos efectos que se expresarán en el fenotipo de organismos vivos. Esta técnica fue desarrollada y patentada en la Universidad de Stanford por Herbert Boyer y Stanley Cohen.[6] Como subraya Sunder Rajan, la tecnología de ADN recombinante convirtió a las ciencias de la vida en una tecnología como tal, capaz de producir a escala industrial mercancías definidas y controlables: circuitos de ADN, genomas sintetizados, proteínas fabricadas, bacterias modificadas. El desarrollo acelerado y exponencial de empresas tecnocientíficas a partir de la década de los ochenta del siglo pasado es el resultado de una conjunción de causas y fenómenos:

6 Véase Sunder Rajan, *Biocapital*.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 113 11/10/16 3:33 PM

> Una fue la voluntad de empresa capitalista para invertir en una tecnología que tenía poca credibilidad junto con un exitoso modelo de negocios. Una segunda fue el enorme monto de dinero gastado por el gobierno federal de los EU en investigación biomédica básica a través del National Institute of Health (NIH), como consecuencia de la declaración de guerra contra el cáncer a principios de los años setenta. Una tercera fue la ley Bayh-Dole de 1980, legislación que facilitó la transferencia de tecnología entre la academia y la industria y que, por tanto, hizo posible la rápida comercialización de problemas básicos de investigación. La cuarta fue un ambiente legal favorable que permitió la protección de la propiedad intelectual de la biotécnica, marcada, por ejemplo, por la resolución de 1980 de la Suprema Corte de Justicia de los EU en el caso *Diamond vs. Chakrabarty*, que concedió derechos de patente a un microrganismo genéticamente modificado que podía consumir derrames de petróleo crudo.[7]

El biocapital es la forma específica del capitalismo global contemporáneo por la que se producen, circulan y consumen diversos productos bioartefactuales, dentro de la cadena general de la circulación del capital industrial y comercial de nuestra época. El capital deviene en nuestra época en forma de productos biológicos; se trata de una inédita forma viviente para la historia del capitalismo, por lo cual, algunos autores hablan de "capital viviente" (*lively capital*). En el pasado, el capital se invertía en comprar tierras, granos de cultivo, cosechas, productos del campo y animales criados o seleccionados (además de la fuerza laboral humana y maquinaria, por supuesto), pero en la actualidad el biocapital genera nuevas formas de valor adicionado (plusvalor, que es la esencia misma de la valorización del capital) en producciones industriales que tienen como materia prima células, bacterias, virus, órganos y organismos enteros para ser transformados tecnológicamente y convertirlos en una nueva modalidad de existencias (mercancías con valor de uso y de cambio) disponibles en la circulación del mercado mundial. Además, es pertinente observar que la

[7] *Ibid.*, p. 6.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 114 11/10/16 3:33 PM

"circulación" de estas nuevas mercancías y bienes de capital (que pueden crear más plusvalor) no sólo se efectúa en el mercado o intercambio comercial, en el ámbito humano y cultural, también circulan con su propio dinamismo y capacidad adaptiva en distintos ecosistemas híbridos naturales/técnicos, silvestres y modificados, urbanos y rurales.[8] A diferencia de las máquinas y artefactos abióticos, los bioartefactos no sufren deterioro temporal rápido, obsolescencia o incompatibilidad técnica, pero sí pueden contener defectos y anomalías de diseño que impidan la reproducción del capital en su circuito productivo comercial. El circuito completo de la circulación del biocapital se realiza no sólo en la forma de valorización o transmutación del capital invertido en capital financiero o comercial (que constituye la fuente y motor de nuevos desarrollos tecnocientíficos), sino también en el ámbito de relaciones e interacciones ecosistémicas, así como en transferencias a representaciones sociales que desembocan en la reafirmación de la eficacia de las capacidades técnicas de los humanos para producir nuevos bioartefactos, confiriendo así renovados bríos a sus proyectos biotecnológicos.

Asimismo, como señala Sunder Rajan, el biocapital también implica una nueva forma de producción epistémica que convierte a las biociencias en la metodología predominante de trabajo tecnocientífico, el cual consiste en la alianza entre ciencia y desarrollo tecnológico industrial con fines comerciales. Consorcio que se convierte entonces en un modelo de desarrollo de conocimiento y un modelo de negocios para otras ramas de tecnociencias. Al mismo tiempo, la biotecnociencia incorpora las propiedades y características de la tecnociencia informática, la tecnociencia farmacológica y la industria de la biomedicina, y se extiende a la industria de alimentos, de materiales y construcción, de energía y combustibles, así como al diseño, el bioarte y la mercadotecnia. Pero las bases sociales y materiales de la nueva rama del biocapital no se habrían desarrollado sin la consolidación del capital financiero y del capital

[8] Como hemos explicado, los bioartefactos tienen la habilidad de subsistir y adaptarse a distintos ambientes naturales/artificiales.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 115 11/10/16 3:33 PM

biomédico y farmacológico, tan poderosos hoy en día. Varias décadas de experiencia de investigación, innovación y producción en la industria farmacéutica y biomédica son la base epistémica y técnica, así como el soporte financiero (con el concurso de agencias gubernamentales) del biocapital del siglo XXI.

Por ello, el biocapital implica una dimensión biopolítica del capitalismo contemporáneo,[9] tanto por constituir una nueva forma de control político de las formas de vida (humanas y no humanas), ya que interviene en la materia común de todas las formas de vida: sus configuraciones genéticas y genómicas, como porque reconfigura la dimensión política, simbólica y axiológica de las formas de vida humana y de sus relaciones con el resto de la naturaleza. Así, en su versión clásica, el biopoder opera ahora mediante instituciones, discursos y mecanismos de racionalización de la vida social y de la vida natural para controlarla, conformarla y regularla.[10] Biociencias y economía política constituyen un nuevo paradigma epistémico de racionalización, producción y control de la vida en su totalidad. Al menos ésa es la finalidad de esta nueva forma de biopolítica tecnocientífica.

Ahora bien, el potencial financiero y comercial de los productos de la biología sintética y de las biotecnociencias en general reside en que contienen una nueva modalidad de plusvalor: son productos biológicos con tecnociencia incorporada, conocimiento agregado que deriva en nuevas funciones o estructuras y modalidades de metabolismo de interés industrial y comercial, biomédico o farmacológico de aplicación pragmática, comercializable y explotable en el mercado capitalista mundial. Pero conviene resaltar que el plusvalor del biocapital no proviene ya de un proceso industrial que agrega simplemente el producto del trabajo asalariado; el plusvalor de la biología sintética tiene una

[9] Confróntese con Timothy C. Campbell, *Improper Life*, Minneapolis, University of Minnesota Press, 2011.

[10] La biología sintética y el desarrollo del biocapitalismo impulsarán, con toda probabilidad, nuevos proyectos de eugenesia y mejoramiento biotecnológico humano, como lo advierten y preconizan autores como Julian Savulescu o Nick Bostrom. Véase Julian Savulescu, Rud ter Meulen y Guy Kahane, *Enhancing Human Capacities*, Oxford, Oxford University Press, 2012.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 116 11/10/16 3:33 PM

doble fuente recombinada: el trabajo intelectual de los biotecnólogos, quienes idean modelos, sistemas y dispositivos nuevos, más el plusvalor que proviene directamente del trabajo realizado (controlado o redirigido técnicamente) por la "maquinaria" biológica misma, celular, metabólica o genética de microorganismos o de organismos macro. De este modo, la energía, la "fuerza de trabajo" y las acciones dirigidas técnicamente que se busca poner en actividad provienen de la estructura biológica del organismo mismo, a la que se suma la dirección teleológica diseñada o rediseñada desde fuera por la inteligencia humana, que opera como causa eficiente externa y extraña al organismo intervenido.

El plusvalor también se incrementa debido a la potenciación de redes de conocimientos, prácticas y experiencias en redes profesionales. Este nuevo sector de la biotecnología y la bioindustria se combina y se fusiona con sectores previos de la ingeniería genética y la industria química, bioquímica y farmacológica, materiales, transgénicos, alimentos, insumos y vectores biológicos, así como con la informática y la bioinformática, que se han convertido en conjunto en la condición de posibilidad del desarrollo del diseño computacional de organismos y componentes biológicos. Lo que primero se modela informáticamente puede ser desarrollado después en el laboratorio a nivel genético, molecular o celular; por otro lado, los nuevos bioartefactos no serían posibles sin las bases de datos de genomas secuenciados y otros bancos de información y conocimientos previos de la era de la exploración genética y la secuenciación genómica. Muchas de estas bases de datos son ya propiedad privada de empresas especializadas. Por eso, algunos plantean que la biología sintética es una fase posgenómica y posingeniería genética de la biotecnociencia del siglo XXI, en la que el capital previo (farmacéutico, biomédico, informático y financiero) constituye la "acumulación originaria" de valor, de conocimientos, herramientas y materiales que son capaces de transformarse para invertirse en la nueva forma del biocapital, cumpliendo así el ciclo sagrado de la valorización del capital (fetichización del valor, diría Marx): el capital genera ahora nuevo biocapital, pero la "fuente viva" de donde brota el valor real del capital ya no es solamente el trabajo humano, sino también la fuerza, el movimiento propio, la dinámica evolutiva y los fines intrínsecos de otras muchas formas de vida que

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 117 11/10/16 3:33 PM

van siendo subsumidas, mediante una operación tecnocientífica, al capitalismo global de nuestros tiempos.

La rápida expansión de la biología sintética también ha inducido cambios en las modalidades y fuentes de inversiones, los fondos de investigación públicos y privados, las comunidades y redes científicas, las regulaciones y marcos legales, las políticas públicas de los gobiernos, las estructuras y configuraciones disciplinarias de las universidades (en las que surgen nuevas carreras y perfiles técnico-profesionales como "ciencias genómicas" en la UNAM), así como en las representaciones sociales, el bioarte, el biodiseño y las controversias públicas sobre los recursos naturales, la alimentación o nuestra relación con otros animales. Es decir, el efecto social de la dinámica de las biotecnociencias también es notable porque se convierte en factor de otros cambios en las interacciones y en las instituciones humanas.

Este nuevo sector industrial y comercial de la biología sintética será dominado, según la lógica imperante en el capitalismo, por las grandes empresas monopólicas, pues las pequeñas compañías, a menudo las más arriesgadas e innovadoras, serán subsumidas por los consorcios o directamente absorbidas por las grandes monopólicas. El capitalismo del siglo XXI parece ser de concentración monopólica transnacional o no puede seguir creciendo y subsistiendo. Esta lógica de concentración y crecimiento constante determina que el rumbo de la investigación, innovación, comercialización y propiedad intelectual se decante por una vía más privada que pública; más monopólica que de libre y equilibrada competencia; más de concentración y reducción de modelos técnicos, que de diversificación tecnológica; más de desigualdad Norte-Sur, que de cooperación y colaboración internacional; más de inequidad en el acceso a nuevos bienes biomédicos y de atención a la salud o de alimentación, que de justicia distributiva. La biología sintética y las nuevas biotecnologías, podemos anticiparlo, serán la punta de lanza del capitalismo global monopólico del siglo XXI y por eso sus consecuencias y efectos se extenderán lo más ampliamente posible hacia todas las naciones y hacia todos los ecosistemas. ¿Acaso las únicas limitaciones que encuentre a su paso serán la disponibilidad de capitales, el destino voluble de las inversiones financieras oportunistas, y las restricciones

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 118 11/10/16 3:33 PM

técnicas en las patentes y la comercialización, como ha sucedido con otras tecnologías biológicas como la de los transgénicos? Todo ello en un ambiente social y político de controversia que puede llegar hasta crispados debates públicos y arduas discusiones teóricas, pero que difícilmente desembocará en regulaciones operativas y eficaces de carácter tecnológico y legal. Al final de cuentas, las biotecnociencias parecen estar contribuyendo a acelerar la desigualdad y la inequidad social en cuanto a beneficios y riesgos tecnológicos en todo el planeta, aunque pudieran en algún momento contribuir a combatir más efectivamente algunos problemas ecológicos o colaborar con un uso racionalizado de la energía y demás recursos naturales.

Ahora bien, en cuanto a las necesarias regulaciones de carácter normativo y político, y no sólo técnico, éstas están aún por desarrollarse o adaptarse a las nuevas condiciones de la producción biotecnológica, dado que la biología sintética tiene una naturaleza híbrida pues contiene componentes de las ciencias de la vida y de la ingeniería tradicional, pero también se enmarca en el esquema de desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Como señala Joyce Tait,[11] hasta el momento sólo se ha logrado desarrollar un marco regulatorio más específico y eficaz para evitar riesgos de bioseguridad (*biohazard*).[12] En el caso de la biología sintética, lo más riesgoso sería la producción y liberación accidental o intencionada de patógenos recombinados o no existentes en la naturaleza, pero no se ha establecido, a pesar de la presión de algunas ONG (o grupos de acción como ETC),[13] una regulación tecnocientífica, una evaluación pormenorizada de los riesgos, ni externa por parte de los gobiernos ni voluntaria (autorregulación) de la propia comunidad científica y de la industria. Muy lejos estamos de la vieja moratoria de Asilomar (1975) acor-

[11] Véase Joyce Tait, "Governing Synthetic Biology: Processes and Outcomes", en Schmidt *et al*. (eds.), *Synthetic Biology*, pp. 141-154.

[12] En este campo existe una amplia experiencia previa, a partir por lo menos de las discusiones mundiales que condujeron y que se derivaron del Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica, emitido en 2000.

[13] Véase el sitio web de Grupo ETC. Disponible en http://www.etcgroup.org/es.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 119 11/10/16 3:33 PM

dada por los propios investigadores.[14] De hecho, muchos científicos creen que esa moratoria fue excesiva e innecesaria y que se perdió "mucho" tiempo en el desarrollo de la investigación biotecnológica. Según esta opinión, se cree que ahora ya tendríamos otros avances, quizá la cura para el cáncer, ¿por qué no?, como se lamentan otros. Por ello sostienen la posición de que la regulación y las políticas precautorias son innecesarias y negativas para el desarrollo de la biotecnociencia. Pero ésta es una opinión contrafáctica surgida de un ingenuo determinismo tecnológico carente de toda autocrítica, así como de una inadecuada conceptualización de las responsabilidades inherentes al desarrollo tecnocientífico actual. La biología sintética y las biotecnologías requieren también una síntesis de principios y normas ético-políticas capaces de desarticular los riesgos mayores, asegurar un libre y equitativo acceso a los beneficios, así como un sistema de participación ciudadana, por medio del cual los individuos puedan tener el poder de decidir qué es conveniente y qué no en el futuro desarrollo de los ambiciosos proyectos de las biotecnociencias de síntesis.

ALGUNAS CONSECUENCIAS SOCIALES Y PROBLEMAS ÉTICOS DE LA BIOLOGÍA SINTÉTICA Y LAS BIOTECNOCIENCIAS

Los problemas bioéticos de la biología sintética y de las biotecnociencia en general se pueden agrupar en dos conjuntos: *1)* Los problemas de método y procedimientos, para lo cual se necesitaría un marco ético convencional que regule las operaciones de la biología sintética, en consonancia con la regulación de la biotecnología convencional. *2)* Los problemas de los fines y propósitos, para los cuales se necesita además una ontología y axiología de lo biosintético (*synbio*) que acabará por transformar a la bioética convencional, puesto que necesariamente nos obliga a replantear nuestra forma de relación, conocimiento y valoración de las entidades naturales, de los organismos vivos

[14] En otro apartado de este volumen, Estefanía Blancas se refiere al contexto de este histórico capítulo de la discusión ética y social sobre las implicaciones de la biotecnología.

y de los ecosistemas, así como nuestra propia posición en la naturaleza. Así, los propósitos de la biología sintética, se logren o no en el futuro próximo, nos obligan a volver a cuestionar de raíz la relación de la humanidad (no sólo en términos epistémicos, sino ético-prácticos) con los demás organismos vivos y con todos los ecosistemas de la Tierra; es decir, un replanteamiento de nuestra relación y vinculación con la totalidad de lo vivo. Huelga decir que éste es un tema de reflexión interdisciplinar en el que se hace indispensable la colaboración de la filosofía.

No obstante, los problemas éticos que plantea la biología sintética son, en principio, los mismos que los de otras tecnociencias surgidas en los últimos decenios (como la nanotecnología) o tecnologías convencionales (como la de producción de transgénicos). Entre ellos, tenemos problemas de bioseguridad y de adecuación de los métodos y los medios, las aplicaciones y sus efectos sociales y ambientales, así como problemas de justicia distributiva en el acceso y régimen de propiedad de los productos, o en la generación de nuevos tipos de riesgos ambientales y sociales (de salud, socioeconómicos, agronómicos, políticos, etc.), debido al carácter imprevisible a largo plazo de las interacciones biológicas de los bioartefactos en los ambientes en donde existan y se reproduzcan o evolucionen.

El principal problema, como señalan los autores del capítulo de problemas éticos del libro *Synthetic Biology*, es que esta nueva tecnociencia tiene como propósito principal crear o diseñar nuevas formas de vida, desde un plan y concepción humana (epistémica, cultural, ideológica). "Este propósito *per se* suscita ciertas preguntas éticas vinculadas con la relación entre los humanos y otros organismos vivos, así como el estatus moral de los productos de la biología sintética".[15]

La novedad estriba en que las modificaciones que la ingeniería genética ya ha podido lograr durante los últimos decenios en los organismos vivos pueden no alterar su metabolismo y funcionamiento estructural, en términos molecu-

[15] Anna Deplazes *et al*., "The Ethics of Synthetic Biology: Outlining Agenda", en Schmidt *et al*. (eds.), *Synthetic Biology*, pp. 65-79.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 121 11/10/16 3:33 PM

lares y genéticos. En cambio, la biología sintética podría precisamente sintetizar, *artificializar*, convertir en una máquina rediseñada –y armada parte por parte– los mecanismos biológicos celulares, metabólicos y genéticos, de tal manera que origine nuevas configuraciones de vida no existentes en la naturaleza, que en principio no sabemos si tendrán buenas o negativas consecuencias. Las máquinas no bióticas producidas hasta ahora no tienen "vida propia", ni se pueden reproducir por sí mismas, ni evolucionan en sentido estricto (biológico). Las "máquinas biológicas", como las células o bacterias o genomas artificiales, tienen su propia fuente de energía y movimiento, se reproducen y evolucionan, a menos que algunos de estos funcionamientos estén inhibidos por la propia intervención biotécnica. Por ello la biología sintética constituye la última etapa de la transformación ingenieril de la biología, por eso ahora se pretende construir "máquinas genéticamente diseñadas" (*genetically engineered machines*). Los riesgos inherentes a esta nueva forma de ingeniería biológica deben ser estudiados y prevenidos tal como se debería intentar con otras ramas de la ingeniería que trabajan sobre la materia en condiciones de incertidumbre e inestabilidad. Pero no es suficiente con trasladar el marco regulatorio de prevención y reducción de riesgos de la ingeniería química, petroquímica, nuclear o nanotecnológica a estos nuevos campos de lo biosintético; más bien habrá que desarrollar nuevos marcos sociales, de carácter local y global, para contender adecuadamente con los posibles riesgos surgidos de la síntesis de material biológico. Las mayores dificultades de dicha regulación son evidentes. Además, debemos insistir en que el marco ético-político regulatorio de una tecnociencia no se centra únicamente en los riesgos, también debe estar destinado a generar condiciones de mayor equidad y justicia distributiva en cuanto a los bienes y beneficios de estas nuevas tecnologías.[16]

Se suele decir que los principales riesgos de las aplicaciones de la biología sintética se concentran en la posible liberación de organismos sintéticos en el medio ambiente para biorremediación, o en la posible fuga de virus y

[16] Véase la segunda parte de Linares, *Ética y mundo tecnológico*.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 122 11/10/16 3:33 PM

microorganismos patógenos sintetizados en laboratorio. Éstas serían formas accidentales o mal intencionadas, cuyo riesgo se minimiza, como se suele pensar, mediante estrictos controles en laboratorio e industria y mediante sistemas de bioaseguramiento. Sin embargo, en la biología sintética se añade un nuevo tipo de riesgo que surgiría de la habitual adaptación que suelen hacer los usuarios de los diseños artefactuales, así como de funciones y comportamientos inesperados en los propios bioartefactos, puesto que éstos no serían previsibles. Es normal que los usuarios pueden encontrar nuevos fines y usos, realizar adaptaciones y cambios a los diseños originales de los artefactos que usan o con los que interactúan. Esta capacidad suele ser un dolor de cabeza para los diseñadores, sobre todo porque es muy difícil anticipar esas adaptaciones. En filosofía de la tecnología es bien sabido que el diseño original es muchas veces residual, que el usuario acaba transformando a los artefactos de los que se apropia, en la misma medida en que la interacción con los artefactos modifica la vida entera del usuario. Y que las adaptaciones que sufren los artefactos en el uso social pueden implicar alteraciones sustanciales en los funcionamientos, así como en los componentes y finalidades. ¿Qué podría suceder con los bioartefactos con estas adaptaciones funcionales e incluso estructurales no siempre bien conducidas o logradas por los usuarios? Además de los malos usos o mal intencionados, la adaptabilidad funcional de los bioartefactos (en su estado actual) representa un campo de nuevos problemas de riesgo para la biología sintética.

Como en toda tecnología y tecnociencia, se generan nuevos bienes, beneficios y riesgos que suelen estar injustamente distribuidos por el sistema socioeconómico global. Los riesgos no son iguales para todos; se ha "normalizado" que se concentren en los más vulnerables y pobres, mientras que los beneficios se dirigen hacia los más ricos y privilegiados.

> El neoliberalismo y la bioindustria comparten la ambición común de superar los límites ecológicos y económicos del crecimiento asociados con el fin de la producción industrial, a través de la reinvención especulativa del futuro. En la euforia *hightech* de los 90, la industria biotecnológica prometió acabar con el hambre, la

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 123 11/10/16 3:33 PM

> contaminación, la pérdida de biodiversidad, y todo tipo de desechos en general, mientras que los problemas ecológicos y biopolíticos asociados con el capitalismo industrial sólo continuaron empeorando.[17]

Ahora bien, los problemas de bioseguridad no sólo se derivan del bioterrorismo y biohackerismo, sino también de lo que se empieza a denominar "bioerrorismo", es decir, de los efectos negativos causados por los errores de diseño en la biología sintética.[18] Los organismos sintéticos podrían escapar del laboratorio o reproducirse o combinarse de modo accidental sin la intención deliberada o el conocimiento de los diseñadores. Un error en el uso o en la adaptación de uso que hacen los usuarios, como sucede con cualquier artefacto, podría ser de terribles consecuencias. "La biología sintética parece implicar un cuestionamiento por el grado de control sobre los mecanismos básicos de la vida que los seres humanos jamás han logrado antes".[19]

A diferencia de la ingeniería genética que corta y pega genes en los genomas de organismos, se requerirían nuevos métodos de evaluación de riesgos en la biología sintética, ya que se empiezan a utilizar componentes en chasises celulares o genomas reducidos que se replicarían hasta obtener un organismo nuevo de diseño, con el fin de minimizar o evitar cualquier daño a la salud humana, a otros animales o al ambiente. Es necesario evaluar los circuitos de ADN sintéticos o componentes de ADN, la viabilidad de nuevos organismos usados como plataformas o chasises para ensamblar circuitos de ADN, así como los efectos de sistemas biológicos patógenos, basados en estructuras naturales o abiótica (químicas) de códigos genéticos.

Como marco regulatorio de las biotecnologías en general, se suele distinguir entre el *bioaseguramiento* (*biosafety*), la prevención de exposición no

[17] Melinda Cooper, *Life as Surplus. Biotechnology and Capitalism in the Neoliberal Era*, Washington, University of Washington Press, 2008, pp. 11.
[18] Véase Gregory E. Kaebnick y Thomas H. Murray, *Synthetic Biology and Morality*: *Artificial Life and the Bounds of Nature*, Cambridge, The MIT Press, 2013.
[19] *Ibid*., p. 3.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 124 11/10/16 3:33 PM

intencional a patógenos y toxinas, o accidentes relacionados con su liberación, y la *bioseguridad* (*biosecurity*), que consiste en la prevención o anticipación precautoria de pérdida, robo, mal uso o liberación intencional de patógenos y toxinas.[20] La exigencia ética elemental para toda tecnociencia es que debe ser útil y segura tanto en su uso como en sus consecuencias sociales y ambientales. Ése es el mínimo ético. Pero no basta con ello, el nivel ético deseable es que toda tecnología o tecnociencia, siendo producto del conocimiento humano, que implica la colaboración y la cooperación de muchos individuos, instituciones y naciones, debe ser accesible para todos en cuanto sus beneficios y bienes, de manera equitativa, y sus riesgos deben ser evitados o reducidos mediante políticas precautorias para prevenir que los posibles daños se extienden globalmente o afecten a los más vulnerables, o bien que redunden en efectos discriminatorios que refuercen la vulnerabilidad de determinados grupos sociales. Asimismo, la tercera exigencia ética, no menos importante, es evitar que los productos de la biología sintética sean utilizados intencionalmente para dañar a seres humanos o a ecosistemas y seres vivos, ya sea para producir nuevas modalidades de armamentos o que sean destruidos o degradados para no poder ser utilizados para fines productivos y seguros.

En cuanto al esquema de propiedad de los productos de la biología sintética, el modelo de propiedad común y de libre acceso implica una mayor capacidad para compartir y colaborar, con un gran potencial de futuras innovaciones, pero depende sólo de fondos públicos para la investigación básica, los cuales cada vez son más reducidos. Por el contrario, el esquema de patentes y propiedad privada garantiza una creciente y continua inversión privada y la participación de agencias públicas de los gobiernos, pero desincentiva la colaboración y la cooperación con otros grupos de investigación, en lugar de la libre competencia entre grupos de investigación, además del efecto negativo de la mayor desigualdad social en el conocimiento y en el acceso a medios tecnológicos. En el mercado capitalista actual, lo que es de propiedad común

[20] Véase Schmidt *et al.*, *Synthetic Biology.*

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 125 11/10/16 3:33 PM

y suele ser financiado con fondos públicos son las infraestructuras materiales y de recursos (como en las universidades o centros de investigación públicos), protocolos de registros, métodos de diseño y métodos de prueba, además de los conocimientos básicos y, en algunos casos, la formación científica individual en las universidades públicas. En cambio, los productos mismos, dispositivos bioinformáticos o secuenciadores y otros, suelen corresponder al esquema actual de propiedad privada y sistemas de patentes, pero con ello se amplifica el problema de que se estarían patentando nuevas formas de vida como productos bioartefactuales (células, bacterias, genomas, microorganismos), cosas que son, como hemos insistido, producto tanto de la naturaleza como del ingenio técnico humano. En todo caso, solamente una célula artificial o un organismo plenamente sintético, sin ningún lazo evolutivo, debería ser un bioartefacto patentable. Este problema ya ha sucedido desde la concesión de la patente a la primera bacteria genéticamente modificada por Ananda Chakrabarty en 1980.

Chakrabarty presentó en 1972 a la oficina de patentes de Estados Unidos la solicitud para patentar una bacteria capaz de descomponer hidrocarburos. El título era: "Microorganisms having multiple, compatible degradated energy-generating plasmids and preparation thereof". La solicitud de patente abarcaría el método para obtenerla, las bacterias combinadas residuales del método y la bacteria misma producto del método. La patente fue rechazada porque las bacterias son cosas que existen en la naturaleza, según el razonamiento de la agencia. Sin embargo, la apelación de 1976 concedió que una bacteria con dos plásmidos, producto de la técnica realizada por el investigador, no es algo que exista previamente en la naturaleza; es decir, se trataba de un *bioartefacto* con modificaciones materiales y formales, así como con nuevas funciones y finalidades asignadas técnicamente, según nuestra taxonomía. Pero entonces se abrió un muy relevante debate sobre si es válido patentar o no organismos vivos y componentes vivos modificados biotecnológicamente. Tras un proceso de ocho años, finalmente la patente fue concedida en 1980, inaugurando con ello la validación legal y política del régimen de propiedad privada sobre bioartefactos, que ha dado el impulso decisivo al desarrollo de la biotecnociencia en el mundo. La corte razonó que la bacteria Chakrabarty es un bioartefacto

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 126 11/10/16 3:33 PM

completo (si hubieran empleado este concepto lo hubieran resuelto antes), por estas características: *1)* la bacteria es el resultado de una manufactura o composición técnica material (insertar plásmidos inexistentes previamente en la bacteria); *2)* el microorganismo es, por tanto, producto del "ingenio" humano, y no de la naturaleza, y *3)* que Chakrabarty fue capaz de elaborar una nueva bacteria con características completamente diferentes de cualquier otra en la naturaleza y con fines de utilidad social. Pero entonces si los bioartefactos son patentables, deberían ser regulados como productos *no naturales*, al menos como artefactos equivalentes a los que produce la industria farmacéutica, y sometidos a controles y pruebas similares. No obstante, la industria de los transgénicos se ha esmerado al máximo en evitarlo argumentando que sus bioartefactos son "equivalentes" en términos biológicos a las plantas y granos no modificados técnicamente. La única razón de tal férrea defensa de la "bioequivalencia" es preservar el régimen de propiedad privada que se concreta en las patentes sobre organismos vivos. Queda mucho por discutir sobre las ventajas y desventajas, económicas, éticas, legales y políticas, de validar mundialmente las patentes sobre bioartefactos. Porque un régimen de propiedad social sobre los bioartefactos, no exclusiva ni privada, también es plenamente factible y podría, al mismo tiempo, impulsar la innovación y la cooperación internacional en la investigación tecnocientífica.

Recientemente se concedió en EU y luego fue revocada por la Suprema Corte de ese país en 2013 la patente sobre los genes BRCA1 y BRCA2 que permite identificar la anomalía en ellos y, por ende, el riesgo de desarrollar cáncer de mama, que se calcula hasta en 80%, así como la probabilidad de desarrollar otros tipos de cáncer. Myriad Genetics, la empresa biotecnológica, conservó la patente durante diez años. La patente impedía que otras compañías y centros de investigación realizaran otros modelos más eficaces y baratos para analizar estos genes. Nadie más podía investigar con ellos durante la duración de la patente. Además, implicaba que la empresa mantendría el monopolio exclusivo de la prueba y podía cobrar lo que quisiera (3 000 dólares); asimismo, no habría otra opción técnica o segunda opinión. Es un ejemplo muy claro de lo que hemos denominado concentración monopólica en el modelo de negocios

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 127 11/10/16 3:33 PM

de la biotecnociencia contemporánea. La compañía tecnocientífica alegó lo siguiente:

> Myriad declaró que necesitaba la patente de los genes BRCA para captar inversores y los fondos suficientes para pagar los altos costos de introducir el análisis de BRCA en el mercado. La compañía señaló que el costo promedio de lanzar un medicamento o análisis nuevo en el mercado es de aproximadamente $1 200 millones. Myriad tenía la inquietud de que si el negocio de desarrollo de análisis genéticos no era rentable, no se obtendrían nuevos hallazgos e innovaciones.[21]

Como se puede advertir, la ambición codiciosa y monopólica de las empresas biotecnocientíficas está siempre por delante de los beneficios sociales, de la prevención de los riesgos y de equitativas condiciones de acceso, en este caso, a un método de diagnóstico y prevención de cáncer. También se puede advertir que si solamente queda en manos del mercado y de la industria, el desarrollo de la biotecnociencia está condenado a cometer diversas modalidades de injusticias y a expandir la desigualdad social.

Después de la resolución de la Suprema Corte de Estados Unidos que revocó dicha patente, es posible que se desarrollen nuevos métodos de análisis genético a costos razonables, pero en la resolución, la Corte Suprema afirmó una distinción entre lo que se llama "ADN natural" y "ADN complementario (o ADNC)", que son combinaciones de ADN creadas de manera sintética que no existen en la naturaleza. Se mantuvo así la idea de que es válido patentar el ADNC por ser un *bioartefacto*, como la bacteria de Chakrabarty. La vía legal y comercial para el desarrollo del modelo de patentes, propiedad privada y concentración monopólica de la biotecnociencia quedó indemne y adquirió nuevo impulso, puesto que en el mundo de la tecnociencia el peso de las decisiones

[21] Véase Breast Cancer, "La Corte Suprema de EU dictaminó que los genes humanos no pueden patentarse, lo cual podría reducir los costos de análisis genéticos". Disponible en http://www.breastcancer.org/es/noticias-investigacion/20130628. Consultado el 28 de junio de 2013.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 128 11/10/16 3:33 PM

de la FDA, la oficina de patentes o de la Suprema Corte estadunidense se han vuelto, por arte de magia, ley universal. Así, ya veremos en el futuro próximo otros casos similares y ya nos enfrentaremos a las contradictorias consecuencias sociales y ambientales del desarrollo acelerado y portentoso de la biotecnología de síntesis. Dependerá de la capacidad deliberativa y democrática de las sociedades la posibilidad de lograr formas convenientes de regulación que reduzcan los riesgos y expandan equitativamente los beneficios de la *era de* la *bioartefactualidad sintética*.

BIBLIOGRAFÍA

Breast Cancer, "La Corte Suprema de EU dictaminó que los genes humanos no pueden patentarse, lo cual podría reducir los costos de análisis genéticos". Disponible en http://www.breastcancer.org/es/noticias-investigacion/20130628. Consultado el 28 de junio de 2013.

Campbell, Timothy C., *Improper Life,* Minneapolis, University of Minnesota Press, 2011.

Campos, Luis, "That Was the Synthetic Biology that Was", en *Synthetic Biology: The Technoscience and its Societal Consequences*, Markus Schmidt, Alexander Kelle, Agomoni Ganguli-Mitra y Huib de Vriend (eds.), Heidelberg: Springer-Verlag, 2009, pp. 5-21.

Church, George, y Ed Regis, *Regenesis. How Synthetic Biology will Reinvent Nature and Ourselves,* Nueva York, Basic Books, 2012.

Cooper, Melinda, *Life as Surplus. Biotechnology and Capitalism in the Neoliberal era,* Washington, University of Washington Press, 2008.

Deplazes, Anna, Agomoni Ganguli-Mitra y Nikola Biller-Andorno, The Ethics of Synthetic Biology: Outlining Agenda, en *Synthetic Biology: The Technoscience and its Societal Consequences*, Markus Schmidt, Alexander Kelle, Agomoni Ganguli-Mitra y Huib de Vriend (eds.), Heidelberg, Springer, 2009, pp. 65-79.

Echeverría, Javier, *La revolución tecnocientífica,* Madrid, Fondo de Cultura Económica, 2003.

Grupo ETC. Disponible en www.etcgroup.org.

Kaebnick, Gregory E., y Thomas H. Murray, *Synthetic Biology and Morality: Artificial Life and the Bounds of Nature,* Cambridge, The MIT Press, 2013.

Linares, Jorge E., *Ética y mundo tecnológico,* México, UNAM/Fondo de Cultura Económica, 2008.

Negrotti, Massimo, *The Reality of the Artificial. Nature, Technology and Naturoids,* Heidelberg, Springer-Verlag, 2012.

Savulescu, Julian, Ruud ter Meulen y Guy Kahane, *Enhancing Human Capacities,* Oxford, Oxford University Press, 2012.

Schmidt, Markus, Alexander Kelle, Agomoni Ganguli-Mitra y Huib de Vriend (eds.), *Synthetic Biology. The Technoscience and its Societal Consequences,* Heidelberg, Springer-Verlag, 2009.

Sunder Rajan, Kaushik, *Biocapital. The Constitution of Postgenomic Life,* Durham, Duke University Press, 2006.

Tait, Joyce, "Governing Synthetic Biology: Processes and Outcomes", en Markus Schmidt, Alexander Kelle, Agomoni Ganguli-Mitra y Huib de Vriend (eds.), *Synthetic Biology*, Heidelberg, Springer-Verlag, 2009, pp. 141-54.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 130 11/10/16 3:33 PM

LOS BIOARTEFACTOS EN LA DISCUSIÓN SOBRE LOS LÍMITES ENTRE LO NATURAL Y LO ARTIFICIAL

*Diego Parente**

El problema de la naturaleza de los bioartefactos sigue manteniendo todavía un carácter bastante marginal dentro de las discusiones actuales en filosofía de la tecnología. Pese a su relevancia en la historia de la cultura y la técnica, los bioartefactos no ocupan actualmente un lugar central en la discusión filosófica en torno a los artefactos.[1] Esto resulta en parte paradójico dado que no sólo nuestra vida moderna se halla atravesada de cabo a rabo por la presencia activa de estos artefactos biológicos y de sus peculiares agencias sino también que hemos coevolucionado con ellos a lo largo de milenios.[2]

En otras contribuciones hemos entregado una caracterización preliminar de los bioartefactos en cuanto objetos de interés para la filosofía de la técnica y especialmente para una filosofía de los artefactos interesada en esclarecer la relación tensa entre modelos intencionalistas y reproductivistas.[3] En el contexto de este trabajo, sin embargo, nuestra intención es restringirnos a qué

* Conicet-Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

1 Los siguientes textos son excepciones a esta regla: Dan Sperber, "Seedless Grapes: Nature and Culture", en E. Margolis y S. Laurence (eds.), *Creations of the Mind*: *Theories of Artifacts and Their Representation*, Oxford, Oxford University Press, 2007, pp. 124-137; Françoise Longy, "How Biological, Cultural and Intended Functions Combine", en Ulrich Krohs y Peter Kroes (eds.), *Functions in Biological and Artificial Worlds*: *Comparative Philosophical Perspectives*, Cambridge, The MIT Press, 2009, pp. 51-68; Ana Cuevas Badallo, "Los bioartefactos: viejas realidades que plantean nuevos problemas en la adscripción funcional", *Argumentos de razón técnica*: *Revista española de ciencia*, *tecnología y sociedad*, *y filosofía de la tecnología*, núm. 11 (2008): 71-96; Diego Parente, "El estatuto de los bioartefactos. Intencionalismo, reproductivismo y naturaleza", *Revista de Filosofía* 39, núm. 1 (2014), pp. 163-85.

2 Sperber, "Seedless Grapes".

3 Parente, "El estatuto"; capítulo 4 de Diego Parente y Andrés Crelier, *La naturaleza de los artefactos*. *Intenciones y funciones en la cultura material*, Buenos Aires, Prometeo, 2015.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 131 11/10/16 3:33 PM

consecuencias se siguen de dicha caracterización en relación con el problema tradicional del dualismo naturaleza/artificialidad tal como éste es abordado en el debate contemporáneo. De manera que el objetivo del presente texto es presentar y evaluar algunas posibilidades conceptuales en torno a dicha distinción y sus múltiples argumentos, para mostrar cuáles aporías o nuevas perspectivas podrían introducir los bioartefactos en este campo.

BIOARTEFACTOS: UNA APROXIMACIÓN CONCEPTUAL

Al menos desde el neolítico, los humanos hemos desarrollado artefactos biológicos o bioartefactos a partir de la domesticación de una serie de plantas y animales. Dichos entes corporizan un complejo entramado en el cual se anudan funciones artefactuales y funciones biológicas, usos intencionales y procesos que transcurren independientemente de la intervención humana. Los objetos naturales inanimados (una montaña, un río o una piedra) no involucran dificultades de atribución funcional en la medida en que sólo se les puede asignar funciones artefactuales en caso de que sean utilizados por agentes intencionales. Pero las aporías emergen una vez que introducimos en el análisis a los organismos, es decir, entes con autonomía constitutiva y con capacidad de autoorganización. Con ellos se abre una nueva dimensión de dificultades para establecer sus funciones dado que en el caso de algunos ítems biológicos uno estaría habilitado, al menos en principio, a predicar tanto funciones biológicas como funciones artefactuales.

Este repertorio de aporías se patentiza precisamente en los bioartefactos, es decir, en aquellas entidades apoyadas en soportes biológicos que han sido sometidas a selección artificial deliberada por parte de diseñadores humanos. Los procesos iniciales de domesticación que han dado lugar al surgimiento de bioartefactos han operado sobre ejemplares individuales seleccionando características observables, como la presencia o ausencia de semillas o la altura de una planta, o el tamaño de los órganos o la masa muscular en el caso de los

animales.[4] Los bioartefactos realizan por sí mismos determinadas funciones biológicas que son cooptadas y adaptadas por agentes humanos para ciertos propósitos. Podría decirse –siguiendo a Longy– que los humanos "sabotean" los mecanismos biológicos para sus propios fines. En el caso de la vaca Holstein (o frisona) –uno de los ejemplares representativos de bioartefacto– se aprovecha su alta productividad de leche y carne.[5] Pero es precisamente esta "ventaja-para-otro" (en este caso, para agentes humanos) lo que históricamente ha asegurado el éxito reproductivo de este linaje. Esto significa que, a diferencia de otras especies biológicas, los bioartefactos poseen una historia reproductiva direccionada intencionalmente por agentes externos a los propios organismos, una historia intencional y no ciega. Son el producto de una serie de elecciones de animales o vegetales dotados de un conjunto de características relevantes para algún agente intencional. De tal modo, un bioartefacto (como la planta de *cannabis* o una especie determinada de perro) cumple su función artefactual involucrando en ello alguna de sus funciones biológicas.

En este sentido aquello que hace bioartefactual a una vaca Holstein no es una propiedad material que un ejemplar de la especie posea efectivamente, una propiedad que –llegado el caso– podría retirarse sin problemas para dar lugar a lo que llamaríamos una auténtica vaca "natural" o "no artificial". No se trata de una cuestión de componentes independientes que pueden extraerse y/o descomponerse de manera arbitraria. Lo que otorga carácter de bioartefactual a esta vaca Holstein es su peculiar historia reproductiva, una historia que ha impactado en el hecho de que algunas de sus prestaciones orgánicas hayan tomado este diseño (previamente pretendido) y no cualquier otro.

Siguiendo este hilo argumentativo, el *puzzle* implícito en los bioartefactos podría describirse de la siguiente manera: la naturaleza de los bioartefactos no puede comprenderse completamente por analogía con los entes

[4] Confróntese con Denis J. Murphy, *People, Plants, and Genes. The Story of Crops and Humanity*, Nueva York, Oxford University Press, 2007; Martina Newell-McLoughlin y Edward Re, *The Evolution of Biotechnology*, Londres, Springer, 2006.

[5] Longy, "How Biological…"

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 133 11/10/16 3:33 PM

vivientes, pero tampoco con el marco conceptual intencionalista que explica el estatuto de los artefactos prototípicos. Ni el esquema explicativo autopoiético ni el esquema de producción intencional por sí solos son suficientes para comprender su condición.[6] Por un lado, a diferencia de aquella serie de entes que no han sido intervenidos intencionalmente, los bioartefactos manifiestan en su historia algún pasaje legítimamente describible como resultado de selección intencional. Esto es, la postulación de una esfera bioartefactual implica una cierta referencia a un proceso de autoría. Si no admitiéramos el papel de esta intervención ni siquiera podríamos distinguir a los bioartefactos de otros entes naturales no intervenidos intencionalmente. Sin embargo, se trata de entes con autonomía y autopoiesis cuyo mantenimiento sólo depende parcialmente de las condiciones contextuales provistas por los agentes intencionales. Por otro lado, sus condiciones de emergencia no pueden asimilarse al esquema hilpineano intencionalista de autoría basado en el criterio de dependencia contrafáctica.[7] Ellos no constituyen lo que podríamos llamar "productos" prototípicos.[8] En resumen, esta ambigüedad inherente al proceso de emergencia y mantenimiento de los bioartefactos dificulta la postulación de un punto de vista que explique de manera unitaria su naturaleza por medio de una caracterización en términos puramente naturales o puramente artificiales.

Ahora bien, ¿qué problemas conllevan estos bioartefactos para la discusión ontológica sobre las fronteras entre lo natural y lo artificial? En este trabajo exploraremos esencialmente dos ideas. La primera de ellas es que el reconocimiento mismo de una esfera identificable de bioartefactos atenta contra una imagen ingenua de la distinción entre naturaleza y artificialidad. La segunda es

6 Véase capítulo 4 de Parente y Crelier, *La naturaleza de los artefactos*.
7 Risto Hilpinen, "On Artifacts and Works of Art", *Theoria* 58, núm. 1 (1992), pp 58-82.
8 Nuestro lenguaje cotidiano recoge precisamente esa diferencia: el destornillador y la mesa son productos materiales *prototípicos* pues han pasado –al menos en parte– por un proceso más o menos explícito de conformación intencional. Resulta un tanto más extraño hablar de ciertos vegetales como "productos" aunque las góndolas de los supermercados los presenten con esa categoría. Los alimentos, evidentemente, no constituyen

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 134 11/10/16 3:33 PM

que las dificultades teóricas que emergen de lo anterior no constituyen un resultado de transformaciones recientes en la historia humana sino que, en rigor, ya desde el periodo Neolítico la producción de bioartefactos signa la dinámica coevolutiva en la que se sitúan los humanos.

LA PRODUCCIÓN INTENCIONAL COMO CRITERIO DE DISTINCIÓN DE LO ARTIFICIAL

Un cierto sentido común filosófico –que en cierto modo se desprende desde el pensamiento griego– supone que lo artificial está definido por alguna clase de producción intencional, un aspecto que faltaría en la generación y evolución de los entes naturales. Paralelamente una tesis fuerte que se desprende de esta concepción es que la línea de demarcación misma entre lo natural y lo artificial es precisa y no implica aporías de ningún tipo. Sólo basta remitirse al momento genético, sólo se requiere saber si ha habido o no producción intencional en sentido estricto y tendremos ya una respuesta certera.

A grandes rasgos esta imagen tiene bastante aceptación dentro de aquellas teorías filosóficas sobre el medio ambiente volcadas a la "preservación" o el "cuidado" de la naturaleza. Debido en parte a su objetivo dichas teorías se ven en cierto modo obligadas a hallar una delimitación precisa sobre el alcance de los entes naturales. Se trata, por supuesto, de una necesidad pragmática, la de obtener un criterio de diferenciación conscientemente dualista que funcione como punto de partida para cualquier política pública sobre preservación del medio ambiente. Es evidente que sin definiciones sobre los límites de lo natural no sabríamos siquiera qué es aquello que debería preservarse.[9]

"productos" prototípicos. Sin embargo, es innegable que su presencia actual en cuanto mercancía es resultado de extensos procesos de selección intencional con múltiples variantes (selección en el nivel genético o bien selección de fenotipos).

[9] Es interesante observar que cuando la discusión se traslada a los aspectos de *lo artificial* que deberían ser "preservados" el vocabulario de análisis cambia considerablemente. En las posiciones de ciertas filosofías políticas de la tecnología, como la de Langdon Winner o Andrew Feenberg, se trata de pensar qué sistemas técnicos son más justos o

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 135 11/10/16 3:33 PM

Veamos más de cerca una de estas propuestas a fin de explorar sus implicaciones. En el marco de un modelo tendiente a hallar un sentido auténtico de naturaleza que permita establecer estrategias de defensa frente a la explotación moderna, Eric Katz afirma la necesidad de preservar una distinción ontológica fuerte entre naturaleza y artificialidad.[10] El argumento de Katz no es constructivista, es decir, no supone que la misma idea de "naturaleza" constituye un constructo histórico-cultural remisible a una cierta etapa del saber occidental, una idea a su vez no hallable en otras culturas actuales ni en otras épocas históricas previas. Para Katz se trata de una estructura real del mundo, el cual se divide en cosas naturales y cosas artificiales. De acuerdo con Katz, "naturaleza" constituye el ámbito de entidades y procesos no modificados por la agencia humana, mientras que lo artificial es el campo en el cual "las entidades y procesos son modificados y creados por la intención humana y su manipulación".[11] Siguiendo este hilo argumentativo Katz rechaza la idea misma de una "restauración" de la naturaleza: todo proceso de intervención intencional conlleva necesariamente artificialización, de modo que la idea misma de una "restauración" resulta paradójica. A lo máximo que podemos aspirar, indica Katz, es a la creación de un sustituto perfecto para la naturaleza, pero tal sustituto será siempre un "artefacto creado por seres humanos, no una entidad o sistema que ocurre naturalmente".[12] Es así que aquello que se oculta tras esta pretensión moderna de restauración es una continuación del paradigma de dominio científico-tecnológico sobre los procesos naturales. El supuesto es que los humanos pueden controlar los procesos naturales mejor que aquello que logra la naturaleza misma. Esto es, las

menos justos que otros, y en qué sentido son preferibles en cuanto resultan adaptables a sistemas democráticos. Es decir, la cuestión ya no es preservar un cierto aspecto puro del orden tecnológico sino más bien eliminar aquellos que tienden a favorecer alguna clase de escenario de injusticia entre humanos.

[10] Eric Katz, "Preserving the Distinction Between Nature and Artifact", en Gregory E. Kaebnick (ed.), *The Ideal of Nature. Debates about Biotechnology and the Environment*, Nueva York, Johns Hopkins University Press, 2011, pp. 71-83.

[11] *Ibid*., pp. 71-72.

[12] *Ibid*., p. 73.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 136 11/10/16 3:33 PM

pretensiones de protección y preservación son un mero camuflaje para continuar ejerciendo la manipulación y el control.

En resumen, Katz acepta conscientemente que su posición concluye en un dualismo sólido sin vasos comunicantes entre naturaleza y artificialidad.[13] La principal aporía que se desprende de esta posición dualista es que está enraizada en una particular lectura reduccionista de la evolución de los organismos y de su relación con sus ambientes, específicamente una lectura que supone que la evolución de los organismos es absolutamente independiente de las actividades de los distintos agentes humanos y no humanos ubicados en el ambiente. Aquello que se desestima es lo que con tanta insistencia ha subrayado la teoría de construcción de nichos: el hecho de que los organismos en cuanto fenotipos están activamente involucrados en la conformación de su propio ambiente. Esto es, son capaces de transformar el entorno en distintos sentidos y alterar las presiones selectivas a las que se ven sometidos.[14]

Ahora bien, volvamos específicamente al problema de los bioartefactos que direcciona este trabajo. ¿En qué sentido una perspectiva abiertamente dualista como la de Katz puede dar cuenta de ellos coherentemente? Si admitimos que lo que caracteriza a lo artificial, en contraste con lo natural, es el haber sido sometido a "producción intencional" hay algo en los distintos organismos domesticados que podría ser calificado legítimamente como "artificial", pues efectivamente ha habido procesos de selección intencional sostenidos en el tiempo para que hoy contemos con ejemplares de la vaca Holstein o de esta mascota. Sin embargo, si seguimos el criterio de Katz, tales organismos no deberían ser considerados "artefactos" prototípicos, pero simultáneamente tampoco sería adecuado incluirlos en la esfera de seres que "ocurren naturalmente". En consecuencia si estamos decididos a tomar este criterio de distinción entre natural y artificial debemos resignarnos también a dejar en la sombra a una enorme serie de entes que han coevolucionado con los humanos al menos desde el

[13] *Ibid*., p. 74.
[14] F. Odling-Smee *et al*., *Niche Construction. The Neglected Process in Evolution*, Princeton, Princeton University Press, 2003.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 137 11/10/16 3:33 PM

Neolítico. Una serie de entes que han jugado, indudablemente, un papel decisivo en su misma evolución.

En el marco del lenguaje dualista signado por la oposición ontológica entre natural y artificial, como se ha visto, la idea de bioartefacto no es precisa. Una manera alternativa de aproximarse a los bioartefactos es pensarlos como seres "híbridos" que combinan aspectos naturales y artificiales. La siguiente sección se ocupará de indagar esa posibilidad conceptual y sus implicaciones para una filosofía de los artefactos.

LOS NATUROIDES: ¿UNA "TERCERA REALIDAD" ENTRE NATURALEZA Y ARTIFICIO?

Si se indaga específicamente su dimensión ontológica, los bioartefactos implican una serie de perplejidades cuyo armado se juega siempre, tal como se ha indicado, dentro del vocabulario dualista de lo natural y lo artificial. ¿A qué región ontológica pertenecen los bioartefactos? ¿Son sencillamente seres naturales sobre los cuales se intenta erróneamente proyectar cualidades artefactuales? ¿Se trata, por el contrario, de entes en las condiciones que se aplican a cualquier artefacto tradicional? ¿O constituyen una especie de tercer reino ontológico, acaso recientemente inaugurado, el reino de lo híbrido?

Si nos situamos en este tipo de indagación, la noción de bioartefacto parece en principio remitirnos a un referente compuesto por dos naturalezas distintas: una biológica o natural, y otra artificial, incorporada por alguna clase de acción técnica humana. Una vez admitido este rasgo, quizás podría pensarse que la clave de su interpretación radicaría en profundizar la idea de un "híbrido" que integre naturaleza y artificio, componentes naturales y artificiales, una especie de *cyborg* en cuya trama podría distinguirse, sin dificultades, un componente de otro.[15]

[15] Marta Fehér, "Lo natural y lo artificial: un ensayo de clarificación conceptual", *Teorema* XVII, núm. 3 (1998). Disponible en http://www.oei.es/salactsi/teorema04b.htm.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 138 11/10/16 3:33 PM

Dentro de esta serie de aportes a la problemática apuntalados en la idea de un híbrido hallamos la propuesta de Massimo Negrotti.[16] Este autor sugiere que la noción de *naturoide* (*naturoid*) es imprescindible para introducirnos en estas ideas propias de la crisis del paradigma dualista natural/artificial. La tesis fundamental de Negrotti es que el mundo de los naturoides puede ser visto como "una tercera realidad que reside en algún lugar entre la naturaleza, en su sentido científico ampliamente aceptado, y los productos de tecnología convencional no imitativa".[17] ¿Qué son exactamente los naturoides? Para Negrotti los naturoides forman "una clase de mecanismos artificiales que constituye una subserie de la clase más general de objetos artificiales".[18] La tecnología de cualquier época muestra dos formas distintas: "Una que da lugar a objetos o procesos que no tienen instancias en la naturaleza (las llamaremos tecnología convencional); y la otra que busca deliberadamente reproducir cosas que existen en el mundo natural (que llamaremos tecnología de naturoides)".[19] De este modo debemos distinguir entre los artefactos en general y los naturoides, es decir, aquellos artefactos inspirados por ejemplares naturales. Esta diferencia se grafica a partir del contraste entre un tubo fluorescente y un riñón artificial; este último tiene un análogo natural –el riñón orgánico de un individuo– que funciona como "fuente de inspiración", mientras que no podemos afirmar lo mismo acerca del primero.

Otros ejemplos de naturoides que ofrece Negrotti son el corazón artificial, las piernas y brazos artificiales, los materiales artificiales, el paisaje artificial, el pasto artificial, los biomateriales, los músculos artificiales, los endulzantes artificiales, las lágrimas artificiales y la luz artificial.[20] Si se sigue con atención la lógica de estos ejemplos es posible notar que los naturoides conforman para Negrotti una serie de mecanismos tecnológicos imitativos claramente restrin-

[16] Massimo Negrotti, *Naturoids. On the Nature of the Artificial*, Singapur, World Scientific, 2003; "Naturoids: From a Dream to a Paradox", *Futures* 42 (2010), pp. 759-68; *The Reality of the Artificial. Nature, Technology and Naturoids*, Berlín, Springer, 2012.
[17] Negrotti, "Naturoids", p. 761.
[18] *Ibid*., p. 760.
[19] Véase nota 18.
[20] Negrotti, "Naturoids", pp. 766-767.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 139 11/10/16 3:33 PM

gidos a la tecnología contemporánea. Ellos parecen tener, en tal sentido, una inserción histórico-cultural bien definida que impide hallarlos, por ejemplo, en el Renacimiento o la Edad Media.

Pero veamos más de cerca este argumento en relación con el estatuto de los naturoides. Según Negrotti aquello que funciona como factor de diferenciación entre los artefactos tradicionales y los *naturoides* es el hecho de que si bien los primeros se adaptan a "las condiciones de la naturaleza, no están efectivamente inspirados en los fenómenos naturales, y de este modo no se pretende que ellos reproduzcan objetos o procesos naturales".[21] De este modo el criterio de distinción pasa por el tipo de fuente de inspiración que presuntamente comparten los naturoides –y que faltaría en el caso de las tecnologías convencionales no imitativas.

Ahora bien, uno de los problemas involucrados por esta distinción entre artefactos (no imitativos) y naturoides radica en la precariedad de nuestro conocimiento acerca de lo que podríamos llamar las "relaciones causales de inspiración" en el ámbito del diseño técnico. De hecho, es difícil pensar alguna creación humana que no pueda ser conectada, con cierto nivel de coherencia y verosimilitud históricas, con algún mecanismo natural o esquema operativo hallado en la naturaleza. El diseño de los primeros recipientes artificiales (que, podríamos imaginar, involucró el uso de materiales cóncavos ya presentes en la naturaleza) puede haber estado inspirado por la concavidad de las manos humanas, así como los primeros percutores pueden haberse seguido de la imagen de los brazos, o percutores orgánicos.[22] Evidentemente la dificultad de orden metodológico que surge en este punto es que el establecimiento de analogías es tan liberal que permite que toda creación artificial pueda ser interpretada en términos de una copia de un cierto esquema natural no inventado por humanos, un supuesto "análogo natural".

[21] Véase la nota 18.

[22] La idea de "naturfacto" propuesta por Basalla da cuenta precisamente de esta fuente del diseño técnico de los artefactos antiguos y modernos. George Basalla, *The Evolution of Technology*, Nueva York, Cambridge University Press, 1988.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 140 11/10/16 3:33 PM

En un libro fundacional para la filosofía de la técnica del siglo XIX, Ernst Kapp subrayó precisamente esta cuestión. Kapp elaboró una atractiva teoría de la *Organprojection* según la cual las diversas creaciones humanas (técnicas, culturales y sociales) debían ser comprendidas como extensiones o ampliaciones de los distintos órganos y prestaciones biológicas del ser humano.[23] El aspecto decisivo, según Kapp, es que este carácter de continuidad entre lo natural y lo artificial, involucra una *mímesis de la naturaleza*, pero fundamentalmente una mímesis inconsciente. Esto es, el carácter mimético involucrado en el diseño técnico sólo se descubre después de que el invento se ha realizado, no es un requisito previo que ordena y estructura el proceso creativo.

Siguiendo esta tesis de Kapp enfrentamos una situación que Negrotti no ha contemplado: podemos creer erróneamente que el diseño técnico de un cierto artefacto o sistema técnico no imita a la naturaleza cuando en verdad sí lo hace. El reconocimiento de una condición de copia de *un esquema natural* o de una relación de inspiración en cierto modo mimética, involucra más bien una percatación histórica. Un ejemplo interesante lo brinda el principio de tensegridad (*tensegrity*) bien conocido en el ámbito de la práctica arquitectónica.[24] Este principio, que es utilizado tanto en la construcción de cúpulas modernas como en la producción ancestral de cestas de mimbre, se halla presente también en la estructura de los organismos. De acuerdo con el principio de tensegridad

> […] un sistema puede estabilizarse a sí mismo mecánicamente distribuyendo y equilibrando fuerzas contrapuestas de compresión y tensión a través de la estructura. Las estructuras que exhiben tensegridad son comunes tanto a artefactos

[23] Ernst Kapp, *Grundlinien einer Philosophie der Technik*: *Zur Entstehungsgeschichte der Kultur aus Neuen Gesichtpunkten*, Düsseldorf, Stern Verlag, 1978.

[24] Anthony Pugh, *An Introduction to Tensegrity*, Berkeley, University of California Press, 1976; Valentín Gómez Jáuregui, *Tensegridad. Estructuras tensegríticas en ciencia y arte*, Santander, Universidad de Cantabria, 2007. Siguiendo la definición ofrecida por Pugh un sistema tensegrítico se establece cuando "un conjunto discontinuo de componentes sometidos a comprensión interactúa con un conjunto continuo de elementos sometidos a tracción definiendo un volumen estable en el espacio". Pugh, "Tensegrity", p. 3.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 141 11/10/16 3:33 PM

> como a organismos vivientes, y son encontradas en los últimos en cada nivel desde la arquitectura citoesquelética de las células hasta los huesos, músculos, tendones y ligamentos del cuerpo entero.[25]

Si consideramos la construcción y uso exitoso de cestas de mimbre en cuanto prácticas ancestrales (uno de los ejemplos estudiados por Ingold), aun presentes en comunidades extrañas a los procesos de modernización, debemos reconocer que el proceso interpretativo ha sido invertido. Lo primero que hallamos es un modo de producción de cestas en cierto sentido anónimo, un modo direccionado impersonalmente por una tradición técnica peculiar. Esa práctica eficaz que se sostiene en el tiempo puede ser vista como la corporización de un principio eficaz en el mundo técnico. Luego, mucho más adelante, podemos situar el descubrimiento de que dicho principio de diseño se hallaba inscrito también en la estructura eficaz de ciertos componentes de organismos.[26] Lo cierto es que en ningún sentido es necesario que estos casos de invenciones técnicas exitosas hayan resultado de la observación cuidadosa de un "modelo natural" en el cual se explicitaba ese principio. La forma que poseen las cestas de mimbre confeccionadas desde hace milenios por los aborígenes que estudia Ingold se basa en el principio de tensegridad aun sin la revelación (bajo la forma de conocimiento teórico) de su presencia en otros elementos naturales.[27]

[25] Tim Ingold, *The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*, Nueva York, Routledge, 2000, p. 433.

[26] Examinando precisamente estas coincidencias entre el diseño en el ámbito artificial y el "diseño" orgánico, autores como Kauffman y Goodwin sugieren que hay ciertas reglas de diseño óptimo para la producción de organismos y artefactos, es decir, principios cuya eficacia y éxito evolutivo son independientes de que hablemos de producción intencional en sentido estricto o de selección de variantes en el marco de un proceso evolutivo ciego. Véase Stuart Kauffman, "Orden gratuito", en John Brockman (ed.), *La tercera cultura, Más allá de la revolución científica*, Barcelona, Tusquets, 1996; Brian Goodwin, *How the Leopard Changed his Spots. The Evolution of Complexity*, Nueva York, Princeton University Press, 2001. Para una discusión sobre estas lecturas que interrelacionan diseño técnico y orgánico, véase Daniel Dennett, *Darwin's Dangerous Idea. Evolution and the Meanings of Life*, Londres, Penguin Books, 1996.

[27] Ingold, *The Perception*.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 142 11/10/16 3:33 PM

Volvamos ahora a revaluar la tesis de Negrotti a la luz de lo antes planteado. Si el reconocimiento explícito de una inspiración o de una conexión analógica precisa es aquello que distingue a la producción de un naturoide entonces debemos admitir que la frontera que encierra ese conjunto de entidades es bastante difusa. Es decir, si seguimos el hilo argumentativo propuesto por dicho autor, ciertos objetos artificiales podrían ser erróneamente categorizados en un cierto momento histórico dentro del conjunto *tecnología no imitativa* (no naturoide) sencillamente porque aún no habíamos reconocido una serie de conexiones analógicas con esquemas naturales. En consecuencia este modelo abre la puerta a la posibilidad de que constantemente nuestra categorización de entidades en el mundo confunda a auténticos naturoides con artefactos o sistemas no imitativos. Uno de los motivos de esta dificultad radica en que la relación de inspiración requiere de una constatación histórica también limitada por los medios técnicos disponibles y filtrada, a su vez, por las representaciones sociales sobre ese vínculo. Es evidente que todos estos elementos atenúan fuertemente la pretensión de pensar que los naturoides pueden expresar de manera coherente una región ontológica valiosa para el análisis filosófico.

Ahora bien, una vía para sortear esta debilidad propia de la teoría de los naturoides sería elevar las exigencias de lo que consideramos una analogía válida entre el ámbito natural y el artificial, pero para hacer eso de manera adecuada deberíamos ser capaces previamente de responder a lo siguiente: ¿qué es aquello que diferencia una fuente de inspiración auténtica de una fuente sólo aparente? ¿Podemos hablar de una analogía estricta en cuanto un artefacto copia una simple estructura o la forma externa de un órgano natural? ¿O debe, más bien, replicar una cierta función? ¿O bien se trata de copiar no una función, que en definitiva está siempre atada a usos sociales en algún sentido arbitrario y azaroso, sino un determinado principio de funcionamiento?[28] Negrotti parece

[28] Para determinar las dificultades y variantes de aquello que está en juego en la analogía entre funcionamientos en el ámbito natural y el ámbito artificial, véase Diego Parente y Dario Sandrone, "Invención y creatividad en la evolución de los objetos industriales: exploración de algunos problemas simondonianos", en Javier Blanco *et al.* (eds.), *Amar a las máquinas: cultura y técnica en Gilbert Simondon*, Buenos Aires, Prometeo, 2015.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 143 11/10/16 3:33 PM

dar una pista para esta pregunta cuando sostiene que en ciertos naturoides, como en una retina de silicona, el propósito no consiste en reproducir la retina humana "hasta en su más mínimo detalle, sino obtener una versión simplificada de ella que contenga la estructura mínima necesaria para cumplir la función biológica".[29] Sin embargo, la historia de la técnica nos ha revelado repetidamente que la idea de una "estructura mínima necesaria" para cumplir una función –sea biológica o técnica– es muy conflictiva si consideramos el principio de realizabilidad múltiple que cubre las realizaciones funcionales.[30] Una misma realización funcional tanto en el ámbito biológico como en el artificial se puede obtener a partir de varias estructuras materiales heterogéneas; no hay una relación de uno-a-uno que defina el vínculo estructura/función. Y esta última tesis alude también al terreno de los naturoides pues ciertas funciones pueden alcanzarse a través de un diseño que no implica ningún trabajo imitativo de prestaciones orgánicas. El principio operacional de una cámara fotográfica estándar no es en ningún sentido una continuación o una mera imitación de la facultad orgánica anclada en el ojo humano. Lo que introduce el diseño técnico, en especial a partir de la autoconciencia propia de las filosofías ingenieriles de fines del siglo XIX, es precisamente una transformación en la idea de los principios operacionales sobre los cuales se apoya una realización funcional.[31]

En resumen, la cuestión esencial que desatiende Negrotti es que la imitación que se concretiza en una invención técnica exitosa no es cualquier tipo de imitación. Por el contrario habitualmente es una imitación de ciertos aspectos

[29] Negrotti, "Naturoids", p. 762.

[30] Sobre este principio véase especialmente Diego Lawler, "Artefactos técnicos y realización múltiple", en Diego Lawler y Jesús Vega (eds.), *La respuesta a la pregunta. Metafísica, técnica y valores*, Buenos Aires, Biblos, 2009, pp. 51-66.

[31] La tesis de que el diseño técnico debe pensarse en continuidad con el diseño orgánico fue inclusive discutida por los propios contemporáneos de Kapp, quienes sostienen que el diseño mimético sólo muestra un grado de perfección técnica muy bajo en relación con los sistemas modernos, cuyo principio fundador es, por el contrario, "¡Más allá de los límites del organismo!", Eberhard Zschimmer, "La filosofía de la técnica", en T. Maldonado (comp.), *Técnica y cultura. El debate alemán entre Bismarck y Weimar*, Buenos Aires, Ediciones Infinito, 2002, pp. 196.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 144 11/10/16 3:33 PM

funcionales. Aquello que un observador externo puede identificar como una "imitación", trazando una suerte de línea imaginaria entre ciertos objetos técnicos y ciertos aspectos naturales, implica siempre un foco en lo funcional, no en la estructura que da lugar a una realización funcional singular. Volviendo al ejemplo de la retina "artificial": lo verdaderamente relevante en la evaluación de un sustituto artificial es que sea funcionalmente eficaz, es decir, que sea relativamente eficaz contribuyendo a la función que poseía el órgano que se procura reemplazar, sin importar que sea idéntico o similar a nivel de su estructura o apariencia externa. Como bien lo muestran los célebres autómatas construidos por Jacques Vaucanson en el siglo XVIII (cuyo famoso pato podía deglutir y digerir comida) parecería que la construcción de similitud estructural material fuera más fácil de alcanzar que la similitud funcional y/u operacional. Pero a su vez –podríamos afirmar con espíritu simondoniano– la similitud formal es más irrelevante desde un punto de vista estrictamente técnico.

De acuerdo con el recorrido realizado es evidente que la propuesta de Negrotti encierra varias dificultades importantes, algunas de ellas relacionadas con la ambigüedad que impide distinguir entre tecnología convencional y naturoides, otras conectadas con cómo explica el estatuto de los naturoides en relación con ciertos procesos de copia de fenómenos naturales. Estas confusiones sobre su lugar ontológico concluyen debilitando la idea de naturoide.

Por último es importante evaluar qué aportes a la cuestión de los bioartefactos pueden recogerse de lo expuesto sobre la teoría de los naturoides. Queda claro que los bioartefactos no encajan dentro del ámbito de los naturoides, pues éstos no son "artefactos" prototípicos (tecnología no imitativa) ni imitan procesos naturales en ningún sentido. Más bien, son en sí mismos entes naturales que han sido seleccionados intencionalmente en el marco de un lento y parsimonioso proceso coevolutivo. La noción de naturoide no contribuye, por tanto, a esclarecer su estatuto.

Más allá de esta interpretación sobre la propuesta de Negrotti es posible imaginar otro modo de comprender las dificultades del dualismo natural/artificial. Se trata de una perspectiva que admite un modo ambiguo de existencia de los bioartefactos y, a partir de ese reconocimiento, propone una mirada

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 145 11/10/16 3:33 PM

enriquecida sobre las distintas variantes de intervención intencional que podemos pensar dentro de este territorio de organismos domesticados. Ésta es precisamente la alternativa que discutiremos en la siguiente sección.

DIFERENCIAS DE ESCALA. LA RELEVANCIA DE LOS MODOS DE INTERVENCIÓN INTENCIONAL EN LA EMERGENCIA DE LOS BIOARTEFACTOS

Si aceptamos que aquello que otorga carácter de bioartefactual a un organismo está relacionado con su peculiar historia reproductiva, entonces el campo de estudio de su naturaleza debe focalizar necesariamente las prácticas de domesticación de animales y plantas, los cuales han conformado a su vez un nicho de coevolución para los humanos (cf. primera sección de este trabajo). Ya no se trata, por tanto, de buscar las condiciones de un ente híbrido que podría descomponerse en "segmentos naturales" y "segmentos artificiales" sino de analizar qué tipo de trayectoria en un organismo definiría su condición de bioartefactual.

Obviamente el análisis de la intervención intencional de agentes sobre la dinámica reproductiva de un organismo constituye un punto de partida interesante para esta indagación. Es posible pensar que no todos los tipos de intervención intencional tienen la misma calidad ni el mismo impacto. Alguien podría sugerir, por ejemplo, que los procesos que hoy en día lleva adelante la biología sintética significan una transformación tan drástica y trascendental en el poder y el alcance de la manipulación de la naturaleza que atenta contra la solidez de la propia divisoria natural-artificial.

¿En qué consiste exactamente la biología sintética y en qué sentido podría implicar innovaciones radicales en el modo de intervención? Si bien se trata de un campo emergente que aún carece de una agenda sólida, la biología sintética se presenta como un área de intersección entre biología e ingeniería que está dirigida al diseño y fabricación de componentes y sistemas biológicos que no existen aún en el mundo natural, así también como al rediseño y fabricación de

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 146 11/10/16 3:33 PM

sistemas biológicos existentes.[32] La diferencia esencial entre la biología sintética y la ingeniería genética consiste en que mientras que esta última es básicamente una operación de *cut-and-paste* en la cual las secuencias genéticas de un organismo son insertadas en otro organismo, la primera tiene como objetivo construir organismos completos desde cero.[33] Si consideramos la escala en donde opera cada una de ellas, la biología sintética introduce un enfoque auténticamente ingenieril allí donde la ingeniería genética permitía sólo un enfoque artesanal. Mientras que el artesano amalgama varias piedras halladas en la naturaleza a fin de obtener una estructura utilizable, el ingeniero usa partes estandarizadas que son en sí mismas manufacturadas desde el inicio del proceso.[34] ¿En qué sentido es dable pensar que esta empresa tecnocientífica crea "máquinas biológicas"? ¿Qué imagen de lo viviente subyace en esta representación? De acuerdo con Preston, la idea que direcciona la investigación en biología sintética es que

> las cosas vivientes pueden ser diseñadas y construidas desde el principio, así como las mesas y las vasijas. Conseguir esto depende en parte de la capacidad para sintetizar ADN, una técnica ya usada hasta cierto punto en la ingeniería genética. Pero puesto que el ADN sólo funciona dentro de células que lo transcriben y replican, una biología sintética completa solicita también células sintéticas […]. Las células sintéticas que contienen genomas sintéticos serían las "máquinas biológicas" o "máquinas vivientes" que la biología sintética publicita como su meta última.[35]

Ahora bien, ciertas perspectivas que tematizan la biología sintética, ya sea con espíritu distópico o con espíritu emancipatorio, coinciden en considerar estas

[32] Al respecto véanse las introducciones ofrecidas por Pablo Schyfter, "Standing Reserves of Function: A Heideggerian Reading of Synthetic Biology", *Philosophy & Technology* 25, núm. 2 (2012), pp. 199-219; Marianne Schark, "Synthetic Biology and the Distinction Between Organisms and Machines", *Environmental Values* 21 (2012), pp. 19-41, y, en una perspectiva de divulgación, el sitio web, www.syntheticbiology.org.

[33] Beth Preston, "Synthetic Biology as Red Herring", *Studies in the History and Philosophy of Biomedical Sciences* 44 (2013): 650.

[34] Preston, "Red Herring", p. 651.

[35] *Ibid*., p. 650.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 147 11/10/16 3:33 PM

nuevas tecnologías de intervención como una transformación radical que debe ser atendida precisamente a raíz de que representa una novedad trascendental en relación con las formas previas de dominio y manipulación de la naturaleza. El argumento tiene, entonces, dos partes interrelacionadas: *a)* esta nueva modalidad tecnológica de intervención vuelve obsoleta la tradicional divisoria natural/artificial; y *b)* es la primera vez que tal alteración ocurre en la historia de nuestra especie.

La objeción de Preston contra esta idea de una presunta "catástrofe ontológica" desatada recientemente tiene como primer paso el señalamiento de un supuesto erróneo: el que indica que los artefactos son cosas creadas por los humanos para servir a sus propósitos, mientras que la naturaleza es aquello que es independiente de nuestros propósitos y actividades.[36] El punto de partida apropiado para reflexionar sobre la divisoria natural/artificial no es la modernidad europea, insiste Preston, sino el neolítico. Tanto la ciencia como la tecnología modernas, incluyendo a la biotecnología, no son más que una serie de "notas al pie a la transición neolítica" desde una economía de cazadores-recolectores hacia la agricultura. En el mundo previo al surgimiento de la agricultura las plantas y animales vivían sus vidas libres de la intervención o control humanos hasta que eran recolectados o cazados.[37] Como se abordó en la primera sección de este trabajo, la domesticación introdujo cambios estructurales no solamente sobre los ejemplares particulares de plantas y animales (como podría ocurrir con la doma de algunos animales) sino sobre la especie como un todo.

A medida que estos bioartefactos o "artefactos bióticos" como los denomina K. Lee,[38] evolucionan con manipulación y control humano, los organismos domesticados divergen cada vez más de sus versiones silvestres. Esta interpreta-

[36] *Idem*.
[37] Preston, "Red Herring", p. 651.
[38] Keekok Lee diferencia tres tipos de artefacto: los *abióticos* (como los objetos hechos de mármol), los *ex-bióticos* (como una mesa hecha de madera) y los *bióticos* (como las vacas, que han sido seleccionadas en procesos de larga duración). Keekok Lee, *Zoos. A Philosophical Tour*, Nueva York, Palgrave-Macmillan, 2006.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 148 11/10/16 3:33 PM

ción sobre el fenómeno de domesticación originado en el Neolítico conduce a Preston a concluir que, desde un punto de vista ontológico, la biología sintética no origina nada verdaderamente nuevo. En rigor hemos cruzado "una divisoria ontológica cualitativa cuando comenzamos a producir artefactos biológicos hace más de 10 mil años atrás".[39] Ciertos rasgos que supuestamente caracterizan la novedad radical de la biología sintética en verdad ya están presentes en la cría selectiva de los domesticadores neolíticos (quienes obviamente carecían del conocimiento de genética hoy disponible). Estos últimos lograron una intensificación del funcionamiento biológico, transformaron el modo en que dicho funcionamiento se daba y crearon, a su vez, meta-materiales biológicos indefinidamente maleables.[40] De tal modo, las diferencias de los organismos domesticados en el Neolítico con los "productos" de la biología sintética son meramente "una cuestión cuantitativa de cuánto de su función y estructura está bajo nuestro control intencional".[41]

En resumen, la preocupación esencial de Preston es responder a aquellos autores que ven en la emergencia de la biología sintética una eliminación de la distinción naturaleza/artificialidad. La tesis de Preston es que el grado de control sofisticado introducido por disciplinas contemporáneas como la biología sintética no tiene impacto ontológico pues la gran transformación que puso en crisis la divisoria natural/artificial comenzó, en rigor, en el neolítico.[42] Es esta transformación histórico-cultural (impulsada por la domesticación de cereales y animales) la que debe ser considerada como piedra de toque para

[39] Véase la nota 35.
[40] Preston, "Red Herring", p. 654.
[41] *Ibid*., p. 658.
[42] En ciertos aspectos la estructura del argumento de Preston se aproxima al de Peter Sloterdijk en su polémico *Normas para el parque humano* y las posteriores discusiones que generó dicha obra. Allí Sloterdijk ensaya una defensa de la biotecnología y de los modos de autotransformación del hombre basada en la idea de que ellos representan una continuidad de prácticas ya socialmente aceptadas y legitimadas. En este sentido todo aquello que la biotecnología pueda ocasionar como resultado no sería más que una forma de domesticación cualitativamente similar a las previas formas de domesticación de los humanos entre sí y con la naturaleza. Peter Sloterdijk, *Normas para el parque humano*, Madrid, Siruela, 2000.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 149 11/10/16 3:33 PM

una reflexión auténtica sobre el estatuto de los bioartefactos y sobre la presunta obsolescencia de la mencionada divisoria.

Ahora bien, aun si coincidimos con Preston en: *a)* el rechazo a considerar que la biología sintética implique un genuino impacto ontológico y *b)* su rescate de los bioartefactos neolíticos como elementos sustanciales de análisis, es legítimo indagar de todos modos la dimensión del control ejercido sobre el proceso. El análisis de esta dimensión puede tener un valor intrínseco independientemente de la cuestión ontológica, es decir, puede ayudarnos a contextualizar las fronteras de la idea de bioartefacto o artefacto biológico. Veamos más de cerca este aspecto.

De acuerdo con lo reconstruido anteriormente Preston se orienta a una comprensión intencionalista de los bioartefactos.[43] Según tal perspectiva aquello que convierte a una especie orgánica en un "artefacto biológico" es el hecho de haber sido intervenida intencionalmente a través de procesos de domesticación (que incluyen, por supuesto, actividades de selección, descarte de algunas variantes, etc.). El control, escribe Preston, se ejerce en principio "sobre cosas que de otro modo existirían de modo independiente. La arcilla existiría a su modo en el suelo si no fuera extraída y moldeada en una vasija. El trigo crecería a su modo si no fuera plantado y producido en lugares específicos".[44] En este sentido es evidente que el grado de control de la acción por parte del agente es un factor decisivo para pensar el carácter bioartefactual. Y si efectivamente la discusión teórica sobre los artefactos implica, metodológicamente, la aceptación de una cierta perspectiva autoral sobre su constitución y despliegue, entonces el hecho de que el proceso mismo de producción cambie en cuanto a su estructura interna no es algo menor. De hecho resulta imprescindible explorar y determinar el grado de control sobre los "productos"

[43] Si bien no será tematizado por motivos de extensión, esto no deja de ser en cierto modo paradójico dado que Preston representa una posición antintencionalista paradigmática cuando se trata de pensar los artefactos "prototípicos". Para una ampliación de la posición intencionalista de los artefactos biológicos véase especialmente Parente y Crelier, *La naturaleza de los artefactos*, p. 145.

[44] Preston, "Red Herring", p. 656.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 150 11/10/16 3:33 PM

que se tiene en cada caso. Aquí resulta esencial distinguir el grado de control presente en los fenómenos de la agricultura neolítica y la manipulación en el nivel en que la realiza la biología sintética contemporánea. En este sentido la propuesta de Preston, al menos por omisión, presenta ciertas inconsistencias en tanto desestima abiertamente la importancia que implica un notable incremento en el grado de control de la domesticación cuando la selección de rasgos del organismo pasa del nivel del fenotipo al nivel del genotipo. Que esta modificación en los niveles de control y de intervención intencional no conlleve un cambio ontológico radical no significa que en sí misma sea irrelevante para la filosofía de la técnica, como parece desprenderse de la argumentación de la autora.

Para Preston estas diferencias entre la tecnología tradicional y los intentos modernos sintetizados en la agenda de la biología sintética son "diferencias de escala, no de sustancia".[45] Pero se trata justamente de diferencias de escala filosóficamente valiosas por lo que implican para la definición de bioartefacto. ¿Cuáles son exactamente estas diferencias y qué implicaciones conllevan? Como hemos argumentado en otro sitio,[46] el grado y las características de la intervención intencional humana sobre la trayectoria reproductiva de ciertos organismos dista de ser semejante en todos los casos. Algunos investigadores, como K. Lee,[47] distinguen tres grados de domesticación con complejidad creciente. Una primera fase es la que involucra técnicas artesanales de manipulación y selección de plantas y animales dirigida sencillamente por ensayo y error. Estos procesos, que en algunos casos tomaban cientos de años, implicaban un reconocimiento implícito de que machos y hembras transmitían sus características a sus descendientes. Una segunda fase coincide con el advenimiento de la genética y el redescubrimiento, en 1901 por parte de Mendel, de las leyes de la herencia, seguido por el descubrimiento del cromosoma. Como producto de estos avances, la selección artificial y la

[45] *Ibid*., p. 658.
[46] Parente y Crelier, *La naturaleza de los artefactos*, capítulo 4.
[47] Lee, *Zoos*, pp. 101-102.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 151 11/10/16 3:33 PM

cría de organismos se transformaron en actividades científicas llevadas adelante con mayor grado de precisión y de control, lo cual incrementó también la velocidad de los cambios introducidos en las especies. La tercera etapa que señala K. Lee se asocia con la llegada de la biotecnología, poco más de 50 años más tarde que el proceso anterior. Estos nuevos procedimientos permiten traspasar la ruta tradicional de la transmisión genética, basada en la administración de ciertas secuencias específicas de ADN que contienen las características consideradas deseables o indeseables que se pretende insertar o remover a voluntad.[48] En resumen, es posible distinguir tres grados de domesticación con complejidad creciente: *a)* aquella producida por las técnicas artesanales de selección por ensayo y error; *b)* aquellas técnicas de hibridación mendeliana que operan todavía a través del organismo completo de reproducción, pero no obstante se concentran en el gen como unidad de transmisión genética, y *c)* la genética de ADN cuya intervención opera en el nivel molecular.

De este modo la lectura que propone K. Lee revela un incremento progresivo en el control de los procesos naturales que se ilustra bien si analizamos los fenómenos de manipulación de plantas (*plant husbandry*) llevados adelante sin ninguna clave intencional,[49] pasando por la domesticación neolítica y llegando hasta las actuales operaciones de la biología sintética. En este despliegue se vislumbra un afianzamiento del control que permite tratar a los procesos en términos de "producción".

[48] *Ibid*, p. 102.

[49] Sobre el carácter no intendido de estas prácticas selectivas humanas véase Jared Diamond, *Guns, Germs and Steel: the Fate of Human Societies*, Nueva York, W. W. Norton & Company, 1997; Melinda A. Zeder *et al*. (eds.), *Documenting Domestication: New Genetic and Archeological Paradigms*, Berkeley, University of California Press, 2006; Nicole Boivin, *Material Cultures, Material Minds. The Impact of Things on Human Thought, Society and Evolution*, Nueva York, Cambridge University Press, 2008. Esta última autora duda incluso de la legitimidad de aplicar el mismo sustantivo, "domesticación", a aquellas series de intervenciones no deliberadas sobre organismos vegetales y animales. Según Boivin ciertos fenómenos de selección inconsciente como los que, podemos suponer, abren el camino los procesos de domesticación son cualitativamente similares a la selección natural, sólo que ocurren en un ambiente modificado por

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 152 11/10/16 3:33 PM

Es momento de una revisión sintética de lo trabajado en este artículo. ¿Qué aportes nos brinda la estrategia de pensar a los bioartefactos en el contexto del problema de la divisoria natural/artificial? El recorrido realizado procuró sugerir que los bioartefactos presentan una serie de propiedades que permiten ingresar de una manera original en la discusión sobre los límites entre natural y artificial. En la primera sección introdujimos una caracterización mínima sobre estos entes que permitió comprender en qué sentido desafían las categorizaciones filosóficas tradicionales. Allí enfatizamos el papel decisivo que dichos entes cumplieron (y cumplen actualmente) en el marco del proceso coevolutivo del cual también formamos parte los humanos. La segunda sección nos permitió explorar en qué sentido la emergencia de los bioartefactos afecta al criterio de producción intencional en cuanto determinante de lo artificial. A la luz de una discusión de la noción de híbrido, en la tercera parte nos dedicamos a evaluar la idea de "naturoide" propuesta por Negrotti. Esta idea, que si bien nos desvió brevemente hacia la cuestión del vínculo entre diseño técnico y naturaleza, no parece contribuir al esclarecimiento de las propiedades de los bioartefactos, pues cubre las de los objetos técnicos imitativos pero no la de los organismos domesticados. Por último, la cuarta sección se dedicó a explorar en qué sentido ciertas prácticas tecnocientíficas contemporáneas, como la biología sintética, si bien no implican efectivamente novedades relevantes para la discusión sobre la distinción natural/artificial, sí son imprescindibles para tematizar a los bioartefactos.

humanos. En este caso no puede concebirse a los humanos como dominadores, pues son inconscientes de los cambios que introducen. En tal sentido, la primera fase de los procesos de domesticación debería entenderse como un fenómeno coevolutivo dentro del cual los humanos y otras especies alteran las fuerzas selectivas que actúan sobre uno y otro en modos no intencionales y no anticipables. Se trata de un proceso histórico signado por relaciones de comensalismo y mutualismo entre humanos y ciertas entidades no humanas, pero no asimilables a procesos de dominación en sentido estricto. Boivin, *Material Cultures*, pp. 201-202. Si admitiéramos esta última perspectiva, la noción de domesticación tendría sentido exclusivamente en los fenómenos que Keekok Lee identifica como pertenecientes a la segunda y tercera etapas, cuando el grado de control de la acción técnica domesticadora se acrecienta y halla una base científica.

En la medida en que nuestra comprensión de los bioartefactos depende parcialmente de la comprensión de los procesos autorales que podamos reconstruir después de ellos, una teoría filosófica interesada en explorar su estatuto requiere tematizar los grados de intervención intencional sobre tales procesos, pues en dichos grados es donde se patentiza el control autoral. Ciertamente es razonable admitir que estos grados de intervención no implican más que "diferencias de escala" y no de sustancia. Pero tales "diferencias de escala" resultan filosóficamente valiosas puesto que de su detección apropiada depende nuestra interpretación de esta serie de entidades que desde el Neolítico pueblan nuestro mundo y coadyuvan a fabricar nuestra identidad.

BIBLIOGRAFÍA

Basalla, George, *The Evolution of Technology,* Nueva York, Cambridge University Press, 1988.

Boivin, Nicole, *Material Cultures, Material Minds. The Impact of Things on Human Thought, Society and Evolution,* Nueva York, Cambridge University Press, 2008.

Cuevas Badallo, Ana, "Los bioartefactos: viejas realidades que plantean nuevos problemas en la adscripción funcional", *Argumentos de razón técnica, Revista española de ciencia, tecnología y sociedad, y filosofía de la tecnología*, núm. 11 (2008), pp. 71-96.

Dennett, Daniel, *Darwin's Dangerous Idea. Evolution and the Meanings of Life,* Londres, Penguin Books, 1996.

Diamond, Jared, *Guns, Germs and Steel: The Fate of Human Societies,* Nueva York, Norton and Company, 1997.

Fehér, Marta, "Lo natural y lo artificial: un ensayo de clarificación conceptual". *Teorema* XVII, núm. 3 (1998). Disponible en http://www.oei.es/salactsi/teorema04b.htm.

Gómez Jáuregui, Valentín, *Tensegridad. Estructuras tensegríticas en ciencia y arte,* Santander, Universidad de Cantabria, 2007.

Goodwin, Brian, *How the Leopard Changed his Spots. The Evolution of Complexity*, Nueva York, Princeton University Press, 2001.

Hilpinen, Risto, "On Artifacts and Works of Art", *Theoria* 58, núm. 1 (1992): pp. 58-82.

Ingold, Tim. *The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling and Skill*, Nueva York, Routledge, 2000.

Kapp, Ernst, *Grundlinien einer Philosophie der Technik: Zur Entstehungsgeschichte der Kultur aus Neuen Gesichtpunkten*, Düsseldorf, Stern Verlag, 1978.

Katz, Eric, "Preserving the Distinction Between Nature and Artifact", en Gregory E. Kaebnick (eds.), *The Ideal of Nature. Debates about Biotechnology and the Environment*, Nueva York, Johns Hopkins University Press, 2011, pp. 71-83.

Kauffman, Stuart, "Orden gratuito", en John Brockman (ed.), *La tercera cultura, más allá de la revolución científica*, Barcelona, Tusquets, 1996, pp. 315-24.

Lawler, Diego, "Artefactos técnicos y realización múltiple", en Diego Lawler y Jesús Vega (eds.), *La respuesta a la pregunta. Metafísica, técnica y valores*, Buenos Aires, Biblos, 2009, pp. 51-66.

Lee, Keekok, *Zoos. A Philosophical Tour*, Nueva York, Palgrave-MacMillan, 2006.

Longy, Françoise, "How Biological, Cultural and Intended Functions Combine", en Ulrich Krohs y Peter Kroes (eds.), *Functions in Biological and Artificial Worlds: Comparative Philosophical Perspectives*, Cambridge, The MIT Press, 2009, pp. 51-68.

Murphy, Denis J., *People, Plants, and Genes. The Story of Crops and Humanity*, Oxford, Oxford University Press, 2007.

Negrotti, Massimo, *Naturoids. On the Nature of the Artificial*, Singapur, World Scientific, 2003.

———,"Naturoids: From a Dream to a Paradox", *Futures* 42 (2010), pp. 759–768.

———, *The Reality of the Artificial. Nature, Technology and Naturoids*, Berlín, Springer, 2012.

Newell-McGloughlin, Martina, y Edward Re, *The Evolution of Biotechnology*, Londres, Springer, 2006.

Odling-Smee, F. John, Kevin N. Laland y Marcus W. Feldman, *Niche Construction. The Neglected Process in Evolution*, Princeton, Princeton University Press, 2003.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 155 11/10/16 3:33 PM

Parente, Diego, "El estatuto de los bioartefactos. Intencionalismo, reproductivismo y naturaleza", *Revista de Filosofía* 39, núm. 1 (2014), pp. 163-185.

——— y Andrés Crelier, *La naturaleza de los artefactos. Intenciones y funciones en la cultura material*. Buenos Aires, Prometeo, 2015.

——— y Dario Sandrone, "Invención y creatividad en la evolución de los objetos industriales: exploración de algunos problemas simondonianos", en Javier Blanco, Diego Parente, Pablo Esteban Rodríguez y Andrés Vaccari (eds.), *Gilbert Simondon. Amar a las máquinas: cultura y técnica,* Buenos Aires, Prometeo, 2015, pp. 279-301.

Preston, Beth, "Synthetic Biology as Red Herring", *Studies in the History and Philosophy of Biomedical Sciences* 44 (2013), pp. 649-659.

Pugh, Anthony, *An Introduction to Tensegrity*, Berkeley, University of California Press, 1976.

Schark, Marianne, "Synthetic Biology and the Distinction Between Organisms and Machines", *Environmental Values* 21 (2012), pp. 19-41.

Schyfter, Pablo, "Standing Reserves of Function: A Heideggerian Reading of Synthetic Biology", *Philosophy & Technology* 25, núm. 2 (2012), pp. 199-219.

Sloterdijk, Peter, *Normas para el parque humano*, Madrid, Siruela, 2000.

Sperber, Dan, "Seedless Grapes: Nature and Culture", en E. Margolis y S. Laurence (eds.), *Creations of the Mind: Theories of Artifacts and Their Representation*, Oxford, Oxford University Press, 2007, pp. 124-37.

Zeder, Melinda A., Daniel Bradley, Eve Emshwiller y Bruce D. Smith (eds.), *Documenting Domestication: New Genetic and Archeological Paradigms*, Berkeley, University of California Press, 2006.

Zschimmer, Eberhard, "La filosofía de la técnica", en T. Maldonado (comp.), *Técnica y cultura. El debate alemán entre Bismarck y Weimar*, Buenos Aires, Ediciones Infinito, 2002, pp. 188-202.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 156 11/10/16 3:33 PM

BIOTECNOLOGÍA ES BIOLOGÍA. LA REVOLUCIÓN QUE NOS DIO BIOARTEFACTOS FUE MOLECULAR[1]

*Estefanía Blancas García**
*Rafael Guevara Fefer***

La historia de la biotecnología se ha confundido con una historia universal de los "usos de la vida".[2] En esta confusión subyace un problema teleológico: se asume que la tarea es reconstruir el largo camino que llevó a la humanidad de la agricultura a la ingeniería genética. Tal enfoque puede reunir en el mismo recuento, por ejemplo, la producción de cerveza en Mesopotamia hace siete mil años, el uso de chinampas en el siglo XII en Tenochtitlan, la publicación de *Micrographia* del científico inglés Robert Hooke en el siglo XVII y el proyecto Genoma Humano en el siglo XXI. Sin embargo, si se acepta que la historia de la biotecnología se remonta a Sumeria y que "biología es tecnología" como propone el estadounidense Robert Carlson,[3] se corre el riesgo de asumir que la

* Facultad de Filosofía y Letras-UNAM.
** Facultad de Filosofía y Letras-UNAM.

1 Todas las citas extraídas de textos en otros idiomas fueron traducidas al español por los autores. Daniel Delgado, Eduardo Gorostiza, Uriel Urquiza y Ernesto Vargas proporcionaron valiosas observaciones en torno a la definición de bioartefacto propuesta al final de este artículo.

2 Es una confusión paradójica dado que la primera gran historia de la biotecnología, *The Uses of Life*, fue escrita con un enfoque de historia de las ciencias. Su autor, Robert Bud, sostiene que los orígenes de la biotecnología se encuentran en la química y la microbiología del siglo XIX; en la introducción, Bud señala que Bruno Latour escribió en *Pasteur* que las medidas higiénicas asociadas con Pasteur tienen en realidad una historia más vieja. De tal reflexión deriva que la biotecnología es más que el resultado de las aplicaciones de la ciencia *pura*. No obstante, mientras se niega a escribir una historia del progreso de las ciencias, escribe una historia del progreso de la industria biotecnológica. Robert Bud, *The Uses of Life*: *A History of Biotechnology*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994.

3 Robert H. Carlson, *Biology is Technology*: *The Promise*, *Peril and Business of Engineering Life*, Cambridge, Harvard University Press, 2010. En esta introducción a la biología sintética, escrita por uno de sus promotores, se presenta el proyecto mecanicista de convertir a la biología en el estudio de sistemas biológicos basado en modelado, control, predicción y simulación.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 157 11/10/16 3:33 PM

biotecnología del siglo XXI sólo ocupa un renglón más en la larga lista de usos de la vida, y que el reduccionismo que implica es una consecuencia necesaria del desarrollo de las ciencias biológicas.

Como se enuncia en el título y de manera análoga a la hipótesis de Rob Carlson, en este capítulo se sostendrá que *biotecnología es biología*. El objetivo es desplazar el encuadre a la historia de la ciencia para explicar el apogeo de la biotecnología a partir de la revolución molecular en la biología y las herramientas que produjo. Tal revolución se configuró en un contexto bélico a partir de la década de 1930, principalmente en Gran Bretaña, Alemania, Francia y Estados Unidos.

Antes de la Segunda Guerra Mundial, el estudio de la biología al nivel molecular se apuntaló en la aplicación del "poder de la física" a problemas biológicos que habían sido abordados principalmente desde una perspectiva química.[4] Durante la posguerra, algunos físicos que trabajaban con técnicas de radiología y cristalografía se interesaron en las estructuras moleculares y, de acuerdo con el recuento canónico, se preguntaron si era posible una biología cuántica, motivados por la invitación que Erwin Schrödinger les extendió en 1944 en su libro *¿Qué es la vida?*[5]

En la revolución molecular influyeron factores como el programa de transferencia tecnológica de la Fundación Rockefeller, así como el éxodo de físicos a la biología después de 1945. A partir de la década de 1950, los elementos que contribuyeron significativamente al surgimiento de la biotecnología molecular fueron el descubrimiento de la estructura del ADN, así como el desciframiento

[4] Pnina Abir-Am, "The Discourse of Physical Power and Biological Knowledge in the 1930s: A Reappraisal of the Rockefeller Foundation's 'Policy' in Molecular Biology", *Social Studies of Science* 3 (1982): 341-382. DOI: 10.1177/030631282012003001.

[5] "En *¿Qué es la vida?* Schrödinger pregonó el nacimiento de una nueva época en la investigación biológica a sus colegas físicos, cuyo conocimiento de la biología generalmente estaba restringido a viejos conocimientos tradicionales de botánica y zoología. El hecho de que uno de los inventores de la mecánica cuántica preguntara qué es la vida, los confrontaba con un problema fundamental que requeriría de su temple. Dado que muchos de estos físicos estaban sufriendo el malestar profesional que sobrevino recién comenzó la posguerra, tenían la disposición para dirigir sus esfuerzos a una nueva frontera." Gunther Stent, "That Was the Molecular Biology That Was", *Science* 3826 (1968), p. 390. DOI: 10.1126/science.160.3826.390.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 158 11/10/16 3:33 PM

del código genético y la promoción de usos pacíficos de radioisótopos al término de la Segunda Guerra Mundial, particularmente la investigación biomédica enfocada en el cáncer.

EL CONCEPTO DE BIOTECNOLOGÍA ANTES DE LA TECNOLOGÍA DE ADN RECOMBINANTE

Es posible argumentar que la historia de la industria biotecnológica comenzó en 1972, con la fundación de Cetus, la primera corporación expresamente denominada biotecnológica, establecida en Berkeley, California.[6] No obstante, si biotecnología se define como la explotación de procesos biológicos y químicos dirigidos a obtener productos deseados, entonces la historia de la domesticación del maíz, de la fermentación de uvas y leche para la obtención de vinos y quesos, o la historia del descubrimiento de las vacunas son episodios de una gran historia de la industria biotecnológica, incluso podría argüirse que todos los anteriores son episodios de esa misma historia.

Cuando se rastrean los usos de la palabra biotecnología previos a la década de 1970 se encuentra que describía técnicas de aplicación industrial de procesos químicos llevados a cabo por plantas, animales y microorganismos. Para el ingeniero agrícola húngaro Károly Ereky, en 1919 "el betabel azucarero y el ganado podían ser concebidos como máquinas biotecnológicas".[7] En un

[6] Hans-Jörg Rheinberger, "Recent Science and its Exploration: the Case of Molecular Biology", *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 1 (2009), p. 10. DOI: 10.1016/j.shpsc.2008.12.002. "[…] [Eric] Vettel ubica los orígenes de la biotecnología molecular que, por un lado, dieron como resultado una total realineación de la relación entre investigación básica y aplicada y con ello, un cambio total en la autopercepción académica de una nueva generación de biocientíficos; por otro lado, llevó a una igualmente total realineación entre la academia y la industria, cuyo ejemplo es Cetus, la primera compañía biotecnológica en la historia, fundada en Berkeley en 1972." Sin embargo, la primera empresa biotecnológica basada en ADN recombinante fue Genentech, fundada en 1976.

[7] Robert Bud, "Janus-Faced Biotechnology: An Historical Perspective", *Trends in Biotechnology* 7 (1989), pp. 230-233. DOI: 10.1016/0167-7799(89)90012-7. En un artículo

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 159 11/10/16 3:33 PM

documento de 1925 hay referencias a los trabajos del Buró de Biotecnología de Leeds, Inglaterra, donde el inglés Bernard Dixon confirma, en un artículo de *New Scientist*, que se dedicó desde 1920 a encontrar las aplicaciones prácticas de los microorganismos.[8]

Biotecnología también significó aplicar la ingeniería a la biología humana, en el sentido llano de diseño y mejoramiento, desde una perspectiva ecológica. En 1947, dos ingenieros de la Universidad de California en Los Ángeles publicaron en la revista *Science* un artículo titulado "Biotechnology: A New Fundamental in the Training of Engineer".[9] En el texto abordaron un hecho imposible de ignorar: los ingenieros se ocupan también de las personas. La ingeniería que Taylor y Boelter imaginaron, comprendería el estudio, diseño y control de la interacción de los humanos, entes biológicos, con los aspectos relativos a la radiación, la atmósfera, la temperatura, las bacterias y la química del ambiente, así como también la relación de las personas con su entorno socioeconómico.

de 1989 previo a su libro *The Uses of Life*, Robert Bud parte de un modelo histórico de la biotecnología que él llama "popular" y que comprende del siglo XIX al ADN recombinante. Bud sostiene que si bien el concepto de biotécnica (biotechnic) fue utilizado en el Politécnico de Copenhague en 1913 cuando se conformó el departamento de Química biotécnica, fue el ingeniero húngaro Károly Ereky quien acuñó el término "biotecnología" en el libro de 1919, *Biotechnologie der Fleisch*, *Fett*, *und Milcherzeugung im landwirtschaftlichen Grossbetriebe* (*Biotecnología de la producción de carne, grasa y leche en ganadería a gran escala*) "[Ereky] basó su análisis en la definición cada vez más química de animales y plantas. Éstos podían ser considerados máquinas que convierten materias primas, como el aire y el agua, en productos útiles."

8 American Society of Parasitologists, "Society Proceedings", *Journal of Parasitology* 4 (1925), p 218. El documento hace referencia a nematodos que dañan la piel de las ovejas y que eran estudiados en el Buró de Biotecnología de Leeds, Inglaterra. El escritor inglés Bernard Dixon refuta a los autores del *Second Barnhart Dictionary of New English*, quienes propusieron que "biotechnology" era un neologismo que había emergido en 1976, rescatando del olvido al Buró de Biotecnología de Leeds para cumplir con su labor patriótica: "Pienso que todos hemos sido embaucados. Lo que ahora necesitamos saber es: ¿quién secuestró este venerable término, fingió que era nuevo y así le quitó a la ciudad de Leeds el derecho a reclamar su contribución a la revolución biotecnológica?". Bernard Dixon, "Putting the 'Bio' in Biotech", *New Scientist* 1441 (1985), p. 38.

9 Craig L. Taylor y Llewellen M. K. Boelter, "Biotechnology: A New Fundamental in the Training of Engineers", *Science* 2722 (1947), pp. 217-219. DOI: 10.1126/science.105.2722.217.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 160 11/10/16 3:33 PM

Los campos de estudio que proponían abordar con un enfoque de ingeniería eran acústica, aeronáutica, arquitectura, tecnología de alimentos, iluminación, diseño industrial, producción y fabricación (*sic*), higiene industrial, manejo de personal, seguridad, ventas, salud pública, ventilación y aire acondicionado. El programa que denominaron *biotécnico*:

> [Ampliaría] la base educativa de la ingeniería para incluir estudios humanístico-sociales [que] se enfocan en una mejor comprensión de los valores sociales, económicos y culturales, y en el desarrollo de conceptos éticos y morales esenciales para el bienestar público.[10]

Taylor y Boelter observaron que fenómenos como la interdependencia entre humanos y máquinas y la extensión progresiva del control artificial del entorno humano planteaban la necesidad de analizar las características y necesidades de los humanos e inaugurar una fase biológica en la ingeniería. El plan contemplaba optimizar la iluminación y la ventilación en lugares cerrados, reducir las contaminaciones sonora, bacteriana y física, así como la contaminación química del aire; también consideraron deseable que los ingenieros diseñaran una fisiología del trabajo para optimizar el número de horas que trabajaba la gente, considerando cuándo se daba tiempo para comer y cuándo para descansar.

Tales documentos confirman que durante la primera mitad del siglo XX, los usos del concepto de biotecnología supusieron la aplicación de un enfoque de ingeniería a lo biológico, incluyendo en tal categoría tanto a una levadura como a un servidor público. Sin embargo, el rastreo de referencias a una "revolución biotecnológica" antes de la aparición de la biotecnología basada en ADN recombinante no arroja resultados. ¿No era revolucionario fermentar betabeles, estudiar los microbios que vivían en las ovejas o estudiar el impacto del ambiente en las emociones de los obreros? La genealogía del concepto de biotecnología sugiere que no. Como se verá a continuación, los revolucionarios

[10] *Ibid*, p. 218.

fueron quienes fundaron empresas basadas en una tecnología controversial con claras aplicaciones industriales, aun cuando prevalecían las dudas sobre sus riesgos.

No es fortuito que el concepto de biotecnología se popularizara tras la fundación de la empresa biotecnológica Genentech en 1976 y fuera considerado un neologismo cuando no lo era.[11] Para la década de los setenta ya tenía un significado diferente: denominaba una tecnología de vanguardia, financiada por capitales privados y por el Estado mediante agencias federales. Entre los factores que contribuyeron al éxito de Genentech, Cetus y otras empresas biotecnológicas pioneras a principios de la década de los ochenta, destacan los incentivos al desarrollo tecnológico en Estados Unidos descritos por la historiadora estadounidense Sally Smith Hughes:

> […] el enfoque precautorio de principios de los setenta estaba cediendo durante la administración de Reagan, favoreciendo la visión de que la tecnología basada en la ciencia era central para el crecimiento económico. El Congreso tomó las medidas necesarias para incentivar el desarrollo tecnológico, quitando las regulaciones, promoviendo el financiamiento privado y reduciendo los impuestos, y las agencias federales, como la Fundación Nacional para la Ciencia (NSF), desarrollaron programas diseñados para favorecer la cooperación entre universidades e industria. La biotecnología figuró entre las áreas de tecnología de punta que el gobierno buscaba incentivar específicamente para el desarrollo comercial.[12]

En 1982, la definición de biotecnología era ya muy parecida a la que se encuentra hoy en los manuales para estudiantes y fue formulada por la Organización para el Comercio y el Desarrollo Económicos (OCDE): "Biotecnología es la aplicación de principios científicos y de ingeniería al procesamiento de materiales

[11] Dixon, "Putting the 'Bio' in Biotech", p. 38.
[12] Sally Smith Hughes, "Making Dollars out of DNA: The First Major Patent in Biotechnology and the Commercialization of Molecular Biology, 1974-1980", *Isis* 3 (2001), p. 570. DOI: 10.1086/385281.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 162 11/10/16 3:33 PM

mediante agentes biológicos *para la producción de bienes y servicios*".[13] Es posible concluir que lo que Bernard Dixon llamó con entusiasmo revolución biotecnológica en 1986 fue la culminación del proceso de comercialización de un producto de la biología molecular: la tecnología de ADN recombinante o *ingeniería genética*.

LA CONFORMACIÓN DE LA BIOLOGÍA MOLECULAR CLÁSICA, DEL PERIODO DE ENTREGUERRAS A LA *GUERRA FRÍA*

La ruptura que implicó el desarrollo del ADN recombinante o tecnología genética en la historia de la biología molecular se evidencia en la periodización propuesta por Hans-Jörg Rheinberger en 2009:

> […] la biología molecular clásica operó como biología y fue impulsada por métodos de bioquímica y biofísica, un complicado aparato analítico y usualmente grandes máquinas; la biología molecular de tecnología genética opera como biología y la impulsan métodos que provienen de la biología molecular de la primera fase, métodos enraizados en las herramientas moleculares que trabajan en el espacio de la célula viva misma. Es completamente constructiva y sintética.[14]

[13] Bud, *The Uses of Life*, 231. Las cursivas son de los autores. En 2001, la OCDE estableció que biotecnología "se define como la aplicación de la ciencia y la tecnología a los organismos vivos, así como a partes, productos y modelos de éstos, con el objetivo de alterar materiales vivos o inertes para la producción de conocimiento, bienes y servicios". "Biotechnology, Single Definition", Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). Disponible en https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=219. Modificado por última vez el 2 de noviembre de 2001.

[14] Rheinberger, "Recent Science", p. 7. La biología molecular sintética o biotecnología molecular, que utiliza las herramientas de la biología molecular clásica, reintroduce *in vivo* lo que previamente se aisló y manipuló *in vitro*. La tecnología de ADN recombinante, el diseño de BioBricks y la reciente técnica de edición de genoma CRISPR son ejemplos de la biotecnología molecular. Un experimento *in vivo* es el que se lleva a cabo en organismos y células; pueden ser experimentos con embriones, bacterias, plantas y animales. En cambio, un experimento *in vitro* se realiza fuera del organismo en un ambiente controlado, como un tubo de ensayo.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 163 11/10/16 3:33 PM

Durante las dos primeras décadas del siglo XX, los trabajos en las ciencias de la vida se enfocaron en encontrar vías para explorar la complejidad biológica en el nivel subcelular. A partir de las hipótesis formuladas sobre los mecanismos de la herencia a finales del siglo XIX, dio inicio la búsqueda de la base biológica del material genético. El biólogo Thomas Hunt Morgan estudió las mutaciones en moscas de la fruta, varias décadas antes de que se comprobara la correspondencia de los genes con la molécula de ADN.[15]

En la década de los treinta comenzó a proyectarse en Estados Unidos un movimiento denominado biología molecular. La historiografía de la biología molecular se ha ocupado reiteradamente del problema de sus orígenes y precursores, orientada hacia cuáles disciplinas contribuyeron a su establecimiento y cuál fue la importancia del programa de transferencia tecnológica que el biólogo Warren Weaver promovió mediante la Fundación Rockefeller. En otra línea de análisis, los historiadores se han enfocado en los orígenes de las herramientas y los instrumentos que fueron utilizados por la biología molecular.

Para Weaver, el conocimiento biológico podía ser un auxiliar en el control del destino humano. Con la confianza de que produciría resultados rápidos y que se trataba de la ciencia del futuro, financió a científicos europeos que trabajaban en proyectos que coincidían con una visión de biología molecular que paradójicamente no privilegiaba un interés profundo por problemas biológicos. Weaver estableció que el éxito de este nuevo campo dependería de la migración efectiva de instrumentos de la física a la biología.[16]

Pnina Abir-Am define la biología molecular como "un amplio movimiento transdisciplinario de personas e ideas en el entrecruzamiento de la biología, la física y la química [que] se convirtió en una realidad sociohistórica en la

[15] Véase el segundo capítulo de Carl Zimmer, *Microcosm*: *E. coli and the New Science of Life*, Nueva York, Pantheon Books, 2008.

[16] Pnina Abir-Am, "The Discourse of Physical Power and Biological Knowledge in the 1930s: A Reappraisal of the Rockefeller Foundation's 'Policy' in Molecular Biology", *Social Studies of Science* 3 (1982), pp. 347-352. DOI: 10.1177/030631282012003001.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 164 11/10/16 3:33 PM

década de 1930".[17] Francis Crick, quien participó en la era dorada de la biología molecular dominada por el ADN, explicó en 1965 por qué adoptó el término "biólogo molecular": "Yo mismo fui forzado a llamarme a mí mismo biólogo molecular porque cuando los pastores inquisitivos me preguntaban qué hacía, me cansé de explicar que era una mezcla de cristalógrafo, biofísico, bioquímico y genetista, una explicación que en cualquier caso les parecía difícil de entender."[18]

Ello no implica que la biología al nivel subcelular no se hubiera estudiado previamente, pues la bioquímica ya se había ocupado de hacerlo. Es posible explicar la conformación de la biología molecular no como la sucesión lógica y necesaria de una etapa en las ciencias biológicas dominada por la bioquímica y la genética, sino como un campo configurado a la luz de las ciencias físicas, que predominaron en las primeras décadas del siglo XX y consolidaron su poder al comienzo de la era atómica. El interés por descubrir el potencial de la aplicación de herramientas de la física a problemas biológicos fue compartido por estudiosos de disciplinas dentro y al margen de las ciencias biológicas.

El historiador suizo Bruno Strasser argumenta que no es fortuito que el ejemplo de la física predominara en la historiografía de las ciencias, de Alexandre Koyré a Thomas Kuhn. Una de las tesis de Strasser en *La fabrique d'une nouvelle science* es que el prestigio social del que gozó la física teórica antes de la segunda guerra contribuyó a que se convirtiera en un modelo para todas las ciencias; el contexto científico y cultural dominado por la física atómica permitió que la biología molecular se desarrollara hasta reemplazar el lugar de la física en el escenario de la modernidad científica.[19]

La fisión nuclear se descubrió en 1938 en el Instituto Kaiser Wilhelm de Química en Berlín tras décadas de investigación en radiactividad, inaugurando

[17] Pnina Abir-Am, "The Politics of Macromolecules: Molecular Biologists, Biochemists and Rhetoric", *Osiris* 7 (1992), p. 164. DOI: 10.1086/368709.
[18] Stent, "That Was the Molecular Biology", p. 160.
[19] Bruno Strasser, *La fabrique d'une nouvelle science. La biologie moléculaire à l'âge atomique* (*1945-1964*), Suiza, Leo S. Olschki Editore, 2006, pp. I-XIII.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 165 11/10/16 3:33 PM

una nueva etapa de la física nuclear que conllevó la creación de un nuevo arsenal bélico. La producción masiva de radioisótopos con fines pacíficos se efectuó a partir de la Segunda Guerra Mundial gracias a la disponibilidad de reactores nucleares fabricados para el Proyecto Manhattan.[20] El uso de radioisótopos en investigación, terapia e industria fue promovido por la Comisión de Energía Atómica (CEA) de Estados Unidos, creada en 1947 para la administración de los laboratorios y las plantas que permanecieron luego de la fabricación de la bomba atómica.[21]

El uso de reactores atómicos generó radioisótopos en grandes cantidades, los cuales podían ser utilizados como rastreadores para estudiar el metabolismo de moléculas biológicas. Si bien los propósitos militares eran prioritarios, la CEA consideró importante dotar al programa de investigación de una imagen pacífica.[22] Determinar los efectos de la radiación en la salud fue el primer paso y ello requería incluir una división de biología y medicina en la comisión.[23]

La aplicación pacífica de radioisótopos promovió el diseño y la comercialización del espectrómetro de centelleo líquido (ECL), al cual el filósofo y biólogo alemán Hans-Jörg Rheinberger dedica un capítulo en *An Epistemology of the Concrete*:

[20] "Los reactores nucleares podían ser utilizados para generar isótopos radiactivos –variantes inestables de elementos químicos que emiten una radiación detectable. Los científicos comenzaron a utilizar radioisótopos en experimentos biomédicos dos décadas antes de la era atómica, pero su disponibilidad fue limitada hasta que se construyeron reactores nucleares para el proyecto de la bomba. En la planeación del uso de la energía atómica después de la guerra, los líderes del Proyecto Manhattan propusieron convertir un gran reactor que estaba en Oak Ridge, parte de la infraestructura del proyecto de la bomba, en un sitio de producción de radioisótopos para científicos civiles." Angela Creager, *Life Atomic*: *A History of Radioisotopes in Science and Medicine*, Chicago, University of Chicago Press, 2013, pp. 1-2.

[21] *Idem*.

[22] Hans-Jörg Rheinberger, *An Epistemology of the Concrete*, Durham, Duke University Press, 2010.

[23] Richard G. Hewlett y Francis Duncan, *A History of the United States Atomic Energy Commission* 2, Washington, Comisión de Energía Atómica de Estados Unidos, 1972, p. 112.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 166 11/10/16 3:33 PM

> El espectrómetro de centelleo líquido [fue] un instrumento emblemático en los laboratorios de biología molecular durante la década que separó la elucidación de la doble hélice del ADN y el desciframiento del código genético. El ECL no sólo ofreció nuevas posibilidades de medición, sino que, combinado con una multiplicidad de moléculas rastreadoras radiactivas, permitió diseños experimentales de una estructura y un alcance antes inconcebibles.[24]

El ECL funcionaba gracias a tres tecnologías clave propias del siglo XX: la automatización mecánica, los circuitos electrónicos y el marcado de radioisótopos. De acuerdo con Rheinberger, si bien los radioisótopos fueron utilizados en investigaciones biológicas y médicas durante la década de los treinta, fue la red de laboratorios nacionales desplegada por el Proyecto Manhattan la que posibilitó que los radioisótopos artificiales revolucionaran la biología y la medicina.

Tras numerosos experimentos con la bacteria *E. coli* y tras análisis estructurales de proteínas y ácidos nucleicos, el ADN se convirtió en el objeto de estudio central en la biología molecular en la década de los cincuenta. Un experimento con virus de bacterias y rastreadores radiactivos, azufre-35 para las proteínas y fósforo-32 para el ADN, fue realizado por los genetistas estadunidenses Alfred Hershey y Martha Chase en 1952.[25] Este experimento corroboró que el material genético no residía en las proteínas sino en las moléculas de ácido desoxirribonucleico.[26]

Un año después, James Watson y Francis Crick publicaron "A structure for Deoxyribose Nucleic Acid" en *Nature*, artículo que dio a conocer un modelo de ADN construido a partir de lo que sugerían las leyes de Erwin Chargaff, la

[24] Rheinberger propone abordar la historia de la biología molecular enfocándose en los sistemas experimentales que contribuyeron a construir sus objetos de estudio. Rheinberger, "The Liquid Scintillation Counter", p. 151.

[25] Creager, *Life Atomic*, p. 221.

[26] "Bacteriophage: the Virus that Revealed DNA", en Jim Endersby, *A Guinea Pig's History of Biology*, Cambridge, Harvard University Press, 2009, pp. 251-291. Este capítulo es una historia de los experimentos con virus de bacterias o bacteriófagos.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 167 11/10/16 3:33 PM

hélice alfa de Linus Pauling y las fotografías de rayos X de moléculas de ADN cristalizadas tomadas por el doctorando Raymond Gosling con la supervisión de Rosalind Franklin.[27]

LA BIOTECNOLOGÍA MOLECULAR EN EL CONTEXTO DE LA *GUERRA FRÍA*

En 1965, el bioquímico estadunidense Rollin Douglas Hotchkiss alertó de los peligros del uso industrial de la modificación genética en el artículo "Portents for a Genetic Engineering".[28] El texto de Hotchkiss contribuyó a popularizar el término *ingeniería genética*, utilizado dos años antes por el genetista estadunidense Edward Tatum en una propuesta para dividir la *ingeniería biológica* o las maneras de modificar organismos. Tal división contemplaba: *1)* eugenesia o recombinación de genes existentes, *2) ingeniería genética* o producción de genes nuevos mediante mutación dirigida y *3) eufenesia* o modificación de la expresión genética.[29]

Desde su concepción, el proyecto de la ingeniería biológica generó una discusión en torno a sus implicaciones éticas. Tales implicaciones fueron discutidas, por ejemplo, en un artículo titulado "The Microbiologist and his Times", publicado en 1968 por Salvador Luria, microbiólogo italiano naturalizado estadunidense. En este texto, Luria señaló los problemas derivados de los entonces nuevos usos de la microbiología; del ejemplo de la física atómica y la producción de bombas de fisión nuclear, dedujo los riesgos potenciales de lo que llamó *cirugía genética*:

[27] James D. Watson y Francis H. C. Crick, "A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid", *Nature* 4356 (1953), pp. 737-738. Disponible en http://www.nature.com/nature/dna50/watsoncrick.pdf.

[28] Rollin Douglas Hotchkiss, "Portents for a Genetic Engineering", *Journal of Heredity* 56 (1965), pp. 197-202.

[29] Bud, *The Uses of Life*, p. 170. "Ingeniería eufénica" fue un concepto propuesto originalmente por el biólogo estadunidense Joshua Lederberg para referirse a la modificación del fenotipo y no del genotipo.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 168 11/10/16 3:33 PM

> Por ejemplo, los avances actuales en genética molecular sugieren que quizás sea posible, en un futuro no muy lejano, realizar lo que ha sido llamado cirugía genética, la alteración específica y dirigida de genes en la célula germinal, posiblemente mediante virus u otros agentes subcelulares de transferencia genética como los que se han descubierto recientemente en bacterias. En última instancia, desde luego, tales técnicas podrían tener usos benéficos en la crianza de animales, en medicina o incluso en eugenesia humana; sin embargo, desafortunadamente puede resultar más fácil encaminar la cirugía genética al desarrollo de armas, o incluso a la degradación de la calidad genética de poblaciones enteras. Es posible que pronto tengamos que enfrentar el peligro potencial, sin duda la pesadilla, de *Un mundo feliz* basado en cirugía genética en vez de condicionamiento hormonal o pavloviano como el que imaginó Aldous Huxley. [30]

La pesadilla de Luria se inscribió en el contexto de la posguerra, después de que el nazismo mostró la faceta más infame del proyecto eugenésico.[31] Al término de la segunda Guerra Mundial prevalecía la amenaza del uso de armas biológicas; una muestra de cómo era percibida esa amenaza en Estados Unidos es la

[30] Salvador Luria, "The Microbiologist and His Times", *Bacteriological Reviews* 4 (1968), p. 402.

[31] Antes de adquirir la fama de tecnología nazi, la eugenesia decimonónica tuvo entre sus principales defensores al inglés Francis Galton, primo de Charles Darwin. En su libro *Hereditary Genius*: *An Inquiry into its Laws and Consequences*, publicado en Londres en 1869, Galton estableció cómo producir una "raza talentosa" decidiendo quién casaría mejor con quién durante varias generaciones. Endersby apunta que a finales del siglo XIX: "Nada había de nuevo en los debates sobre cómo los factores heredados y ambientales dan forma a la naturaleza humana; habían existido al menos desde finales del siglo XVIII, confrontando a los 'heredacionistas' con los 'perfectibilistas'. En términos muy simples, los últimos argumentaban que si el progreso de la civilización mejoraba la vida humana, los humanos mismos mejorarían. Los heredacionistas rechazaban esta perspectiva, insistiendo en que las buenas cruzas eran la clave del mejoramiento." Sobre la eugenesia en la Alemania nazi, Endersby indica: "En países tan distintos como Suecia y Estados Unidos, decenas de miles de personas fueron esterilizadas 'en el nombre de la eugenesia', pero los peores horrores aparecieron en la Alemania nazi, donde las ideas de Galton inspiraron la política de esterilización y eventual exterminación de los no aptos y de 'razas inferiores'." Endersby, *History of Biology*, pp. 75 y 93.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 169 11/10/16 3:33 PM

campaña que emprendió la Administración Federal de Defensa Civil en 1951 para explicar al público el protocolo a seguir en caso de un ataque biológico.[32]

Además de diseñar un plan de protección civil, Estados Unidos invirtió en sus propias armas biológicas. En el artículo de Luria hay referencias a la participación de la Sociedad Estadunidense de Microbiología en investigaciones bélicas secretas, realizadas en los Laboratorios Biológicos de la Unidad Química Militar del Ejército de Estados Unidos en Fort Detrick, Maryland.[33] Sin embargo, como se verá más adelante, el programa secreto de investigación con fines bélicos que repercutió significativamente en la biología y la medicina de la posguerra fue el mismo que produjo la bomba atómica.

Mientras tanto, en el ámbito de la investigación básica en medicina se percibía una crisis que Gunther Stent llamó el comienzo del periodo académico de la biología molecular. Tras el descubrimiento de la estructura del ADN y la determinación del operón, modelo de regulación genética perfilado por François Jacob y Jacques Monod del Instituto Pasteur, Stent proclamó el fin de la historia de la biología molecular.[34] El historiador Doogab Yi propone que este periodo de crisis, que coincide también con la primera oleada de historiografía de la biología molecular, coincidió con una migración masiva de investigadores biomédicos a la biología de eucariontes. Tal migración fue incentivada por la coyuntura política a mediados de los setenta en Estados Unidos, que favoreció el financiamiento federal a proyectos enfocados en aplicaciones clínicas de la bioquímica y de la biología molecular.[35]

Para las agencias federales, la biología molecular se había ocupado ya lo suficiente de *E. coli* y sus fagos; el nuevo reto para la investigación biomédica era resolver el problema del cáncer. En 1971, la administración de Richard Nixon

[32] "What You Should Know About Biological Warfare 1952 Civil Defense Administration", video de YouTube, publicado por "Jeff Quitney", 11 de diciembre de 2013, https://www.youtube.com/watch?v=oNHcyCaIIuA (7:47 min.).
[33] Luria, "The Microbiologist", p. 403.
[34] Doogab Yi, "Cancer, Viruses, and Mass Migration: Paul Berg's Venture into Eukaryotic Biology and the Advent of Recombinant DNA Research and Technology, 1967-1980", *Journal of the History of Biology* 4 (2008), p. 601. DOI: 10.1007/s10739-008-9149-9.
[35] *Ibid*., p. 602.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 170 11/10/16 3:33 PM

reajustó el presupuesto de las agencias que financiaban la investigación biomédica, como el National Institute of Health y la National Science Foundation. Ello incentivó a algunos investigadores a estudiar células humanas en conformidad con los prospectos de la guerra contra el cáncer.

Uno de esos investigadores era Paul Berg, quien enfocó su trabajo en virus oncogénicos que afectan las células de los mamíferos. Berg eligió el virus SV40 como sistema experimental análogo a los fagos lisogénicos que producen la muerte de bacterias *E. coli*. Concebido originalmente como un objeto de investigación del cáncer, SV40 fue convertido en una tecnología de investigación genética cuando Berg propuso introducir genes foráneos en el ADN de SV40 y determinar si las células infectadas expresan los genes introducidos artificialmente. Ése fue el primer proyecto de construcción de moléculas de ADN recombinante.[36]

Berg practicó la primera "cirugía genética" en la Universidad de Stanford en California en 1972. Para la década de los ochenta, esta técnica fue conocida popularmente como ingeniería genética y su comercialización fue la base de la industria biotecnológica. Sin embargo, a comienzos de la década de los setenta, esta tecnología concebida originalmente para investigar el cáncer sería el centro de un debate sobre ética, salud pública y conservación de la biodiversidad que persiste hasta hoy.[37]

[36] *Ibid*., pp. 603-610.

[37] El biomédico Francisco Soberón utilizó el término ingeniería genética como sinónimo de ADN recombinante en 1996, en una reflexión sobre las diferentes formas en que los humanos han manipulado lo que él llama procesos naturales. "En realidad, si lo meditamos con cuidado, el ser humano siempre ha interferido con los procesos naturales de otras especies. ¿De dónde proviene, si no, la gran variedad de razas caninas, por ejemplo? ¿Y no era un serio entrometimiento el proceso de practicar repetidas sangrías al enfermo a la menor provocación? La administración de antibióticos para salvar innumerables vidas humanas, ¿no significa una definitiva interferencia con los procesos naturales? Lo que sí resulta claro es que la capacidad de manipulación, no siempre basada en el conocimiento, está aumentando continuamente. En particular, durante los últimos 15 a 20 años ha sido notable un avance sin precedente en el campo de las ciencias biológicas. Esto se debe fundamentalmente al surgimiento de las técnicas de ingeniería genética o ADN recombinante." Francisco Xavier Soberón Mainero, *La ingeniería genética, la nueva biotecnología y la era genómica*, México, Fondo de Cultura Económica, 1996, p. 13.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 171 11/10/16 3:33 PM

El historiador alemán Joachim Radkau plantea en un artículo de 1988 que el paralelismo de la ingeniería genética con la energía nuclear marcó el inicio del debate del ADN recombinante. Janet Mertz, alumna del bioquímico Paul Berg, fue la primera en comparar los peligros del uso de la tecnología de ADN recombinante con los riesgos de la bomba de fisión nuclear, e incluso consideró que los primeros eran más graves.[38] El biólogo molecular francés François Jacob opinó en *El ratón, la mosca y el hombre* que "la ingeniería genética se ha convertido en el objeto de la más grave de las acusaciones hechas a la ciencia: la de dar a los biólogos el poder de dominar tanto el cuerpo como el espíritu humanos".[39]

La tecnología de ADN recombinante inauguró la llamada revolución biotecnológica en cumplimiento con la promesa de dar a la biología molecular y la biomedicina relevancia terapéutica, pero como revela el estudio de Michael Hopkins, la evidencia no apoya la existencia de una revolución en el ámbito biomédico.[40] No debe asumirse que ello resta importancia al fenómeno. Se argumentará aquí en cambio que la revolución molecular en las ciencias biológicas fue epistemológica, dando como resultado, por ejemplo, la identificación de *E. coli* como un objeto de riesgo. Es por tal motivo que en la última sección de este artículo se propone una clasificación especializada de bioartefactos, con el fin de ilustrar cómo la revolución molecular cambió la manera de representar e intervenir lo vivo.

LOS BIOARTEFACTOS DE LA REVOLUCIÓN MOLECULAR

A lo largo de este apartado se abordaron de manera sucinta las características de los periodos en los cuales es posible dividir la historia de la biología molecular,

[38] Joachim Radkau, "Hiroshima und Asilomar: Die Inszenierung des Diskurses über die Gentechnik vor dem Hintergrund der Kernenergie-Kontroverse", *Geschichte und Gesellschaft* 3 (1988): 329. Disponible en http://www.jstor.org/stable/40185475.

[39] François Jacob, *El ratón, la mosca y el hombre*, Barcelona, Crítica, 1998, p. 149.

[40] Michael M. Hopkins *et al*., "The Myth of the Biotech Revolution: An Assessment of Technological, Clinical and Organisational Change", *Research Policy* 36 (2007), pp. 566-589. DOI: 10.1016/j.respol.2007.02.013.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 172 11/10/16 3:33 PM

con el fin de comprender los factores que propiciaron el desarrollo de la biotecnología basada en ADN recombinante. Se argumentará ahora que el concepto de bioartefacto está imbricado con el concepto de biotecnología. De esta manera, cuando se define bioartefacto asumiendo que biotecnología equivale a usos de la vida, el concepto apunta de manera general a procesos biológicos dirigidos intencionalmente para la obtención de productos; tal enfoque suscribe que un bioartefacto puede ser tanto una milpa como un bonsai o un antibiótico.

Se propone aquí que cuando biotecnología equivale a biotecnología molecular, un bioartefacto es un objeto orgánico que opera al nivel subcelular, sintetizado mediante ingeniería de macromoléculas, como ADN y proteínas. Es un componente en la ejecución de una técnica que dirige etapas de procesos biológicos con el fin de controlar productos de interés. Dado que son moléculas o fragmentos de moléculas orgánicas altamente especializadas, los bioartefactos son aislados e integrados mediante métodos de catalización e inhibición de procesos bioquímicos.[41]

CUADRO 1.
¿POR QUÉ LOS BIOARTEFACTOS PERTENECEN AL ORDEN DE LO ORGÁNICO SINTÉTICO?

	Orgánico	*Inorgánico*
Natural	Orgánico natural ejemplo: ADN (polímero natural)	Inorgánico natural ejemplo: cobre en una mina
Sintético	Orgánico sintético ejemplo: molécula de ADN recombinante	Inorgánico sintético ejemplo: PET (polímero sintético)

Orgánico: contiene carbono
Inorgánico: no contiene carbono
Natural: presente en la naturaleza
Sintético: sintetizado mediante reacciones químicas dirigidas

[41] Ewen Callaway, "First Synthetic Yeast Chromosome Revealed", *Nature News & Comment*, 27 de marzo de 2014, visitado el 4 de junio de 2015. Disponible en http://www.nature.com/news/first-synthetic-yeast-chromosome-revealed-1.14941.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 173 11/10/16 3:33 PM

La técnica de ADN recombinante ofrece ejemplos concretos de bioartefactos. Esta técnica consiste la mayoría de las veces en modificar un plásmido (una molécula de ADN) de *E. coli* mediante el control de enzimas y bacteriófagos o virus de bacterias.[42] En 1973, Herbert Boyer y Stanley Cohen construyeron "organismos funcionales que combinaban y replicaban información genética de distintas especies",[43] basándose en el trabajo previo con SV40λdvgal, el célebre plásmido de ADN viral sintetizado artificialmente por Paul Berg, el cual fue el foco de atención al inicio del debate del ADN recombinante. Este plásmido combina ADN de virus de simio 40 (SV40), ADN de fago λ y el operón bacteriano gal, mediante el uso de la enzima de restricción EcoRI y las enzimas transferasa terminal, polimerasa de ADN y ligasa.

En términos simplificados, la técnica para sintetizar SV40λdvgal consistió en que los fragmentos de interés del ADN de SV40 fueron recortados con enzimas y luego pegados con otras enzimas en el material genético (plásmido) de un fago que propagó en *E. coli* ese material genético modificado. Los bioartefactos en el caso de SV40λdvgal serían concretamente: *1)* moléculas de ADN y fragmentos de ADN (plásmido de fago λ y operón gal) y *2)* enzimas (*Eco*RI, transferasa terminal, polimerasa de ADN y ligasa). Esta técnica produce moléculas de ADN recombinante y BioBricks.[44] Con base en este criterio, el plásmido modificado SV40λdvgal es una molécula de ADN recombinante y es un bioartefacto.

Debe aclararse que el plásmido recombinante no convierte al *E. coli* en una bacteria sintética; aislar una bacteria *E. coli* no es sintetizarla y cruzar cepas de *E. coli* para obtener otra cepa tampoco da como resultado una bacteria sintética.

[42] Un plásmido es una molécula de ADN cuya forma es circular. Las enzimas de restricción son proteínas que sirven como tijeras moleculares. Los bacteriofágos son virus que introducen su material genético en las bacterias que infectan. Los operones son segmentos especializados de una secuencia de ADN que pueden ser expresados o silenciados.

[43] Genome News Network, "Herbert Boyer (1936-) and Stanley N. Cohen (1935-) Develop Recombinant ADN Technology, Showing That Genetically Engineered ADN Molecules May Be Cloned in Foreign Cells", Consultado el 16 de septiembre de 2015. Disponible en http://www.genomenewsnetwork.org/resources/timeline/1973_Boyer.php.

[44] En el caso de la técnica de CRISPR, se modifica la transcripción de genes mediante el control de la enzima Cas9, la cual también es un bioartefacto cuando es dirigida intencionalmente.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 174 11/10/16 3:33 PM

Sintetizar satisfactoriamente una membrana de *E. coli* podría derivar en una bacteria orgánica sintética, pero en el caso de las moléculas recombinantes, éstas operan en bacterias orgánicas naturales para las cuales, por ejemplo, el plásmido concreto SV40λdvgal es prescindible en condiciones específicas, ya que los plásmidos ayudan al funcionamiento de bacterias bajo presión selectiva.

Esta definición de bioartefacto implica que un organismo puede ser genéticamente modificado por una técnica que requiere de bioartefactos, *mas no es un bioartefacto en sí*. Esto implica que el tomate Flavr Savr no es un bioartefacto, sino un organismo modificado mediante el control del gene inhibidor de la producción de la enzima poligalacturonasa, responsable del reblandecimiento de la fruta. De igual manera, la modificación bioquímica *in vitro* de un plásmido reintroducido *in vivo* mediante un fago con el fin de que el *E. coli* produzca insulina, es una técnica que opera con bioartefactos, mientras que el *E. coli* es el organismo cuyo comportamiento es modificado por la técnica, y la insulina sintética es el producto de la acción de la bacteria, ello sin implicar que la bacteria o la insulina *sean* bioartefactos.

Un ejemplo distinto de los bioartefactos moleculares es Organs-On-Chips, un bioartefacto en la interfaz de lo inorgánico sintético y lo orgánico sintético: es una placa de polímero con un circuito de silicón que contiene fluidos y células, fabricada con el propósito de controlar y analizar procesos bioquímicos complejos cuyo diseño está determinado por la función de cada órgano.[45]

CONCLUSIONES

Para explicar cómo la biología molecular ganó autoridad disciplinaria, no hay que perder de vista su cumplimiento con el anhelo de encontrar principios unificadores, como la reducción de los procesos biológicos a procesos quí-

[45] Sangeeta N. Bhatia y Donald E. Ingber, "Microfluidic Organs on Chips", *Nature Biotechnology* 8 (2014), pp. 769-672. DOI: 10.1038/nbt.2989.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 175 11/10/16 3:33 PM

micos, y el uso de representaciones simétricas y simples que hoy parecen incuestionables. Estas formas de interpretar resultados y representar fenómenos biológicos contribuyeron al éxito de la molecularización de la biología y esta agenda auspició el tránsito de la representación a la intervención.

La biotecnología molecular no puede explicarse sin atender a la migración de científicos propicada por la Segunda Guerra Mundial, la cual contribuyó a que Estados Unidos reemplazara a Alemania y Gran Bretaña en la vanguardia de la producción científica mundial. Pnina Abir-Am propuso que la biología molecular podría explicarse en virtud de los contextos bélicos que fueron escenario de sus transiciones disciplinarias: tras la Primera Guerra Mundial, la biología molecular fue dominada por la bioquímica; al finalizar la segunda Guerra Mundial, por la biofísica y durante la *Guerra Fría*, por la ingeniería.

Sin embargo, sería necesario ampliar el panorama más allá de las guerras y las disciplinas del siglo XX, emprendiendo una historia de larga duración de la biotecnología. Se ha sostenido en este capítulo que el enfoque general de usos de la vida es una manera engañosa de hacerlo. Si la biotecnología se consolidó con la tecnología de ADN recombinante, una ruta para buscar su historia está ya perfilada en la historia de la biología, de manera más amplia en la historia de las ciencias, y el horizonte se abre aún más si consideramos la historia de cómo la humanidad ha reducido los fenómenos naturales mediante el método científico.[46] Determinar las continuidades y las rupturas en una historia así de compleja es el verdadero reto.

[46] Michel Morange ya ha propuesto una periodización de la historia de la biología molecular inspirada en la obra de Braudel: el periodo más largo es el proceso secular de reducir los fenómenos a su base físico química y abarca alrededor de cuatro siglos; el periodo de mediana duración es el de la historia de las disciplinas; finalmente, la historia de rango corto es la de "los eventos, experimentos, teoremas, organismos modelo, instrumentos y todos los factores culturales, institucionales, sociales y políticos que se localizan en el curso concreto de desarrollo de las ciencias". Rheinberger, "Recent Science", p. 11.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 176 11/10/16 3:33 PM

BIBLIOGRAFÍA

Fuentes primarias

American Society of Parasitologists, "Society Proceedings", *Journal of Parasitology* 4 (1925), pp. 217-230.

Bhatia, Sangeeta. N., y Donald E. Ingber, "Microfluidic Organs on Chips", *Nature Biotechnology* 32, núm. 8 (2014), pp. 769-672. DOI: 10.1038/nbt.2989.

Callaway, Ewen, "First Synthetic Yeast Chromosome Revealed", *Nature News & Comment*. 27 de marzo de 2014. Disponible en http://www.nature.com/news/first-synthetic-yeast-chromosome-revealed-1.14941.

Dixon, Bernard, "Putting the 'Bio' in Biotech", *New Scientist* 1441 (1985), p. 38.

Hewlett, Richard G., y Francis Duncan, *A History of the United States Atomic Energy Commission 2*. Washington, Comisión de Energía Atómica de Estados Unidos, 1972.

Hotchkiss, Rollin Douglas, "Portents for a Genetic Engineering", *Journal of Heredity* 56 (1965), pp. 197-202.

Luria, Salvador, "The Microbiologist and His Times", *Bacteriological Reviews* 4 (1968), pp. 401-403.

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), "Biotechnology, Single Definition". Disponible en https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=219. Modificado por última vez el 2 de noviembre de 2001.

Taylor, Craig L., y Llewellen M. K. Boelter, "Biotechnology: A New Fundamental in the Training of Engineers", *Science* 2722 (1947), pp. 217-219. DOI: 10.1126/science.105.2722.217.

Watson, James D., y Francis H. C. Crick. "A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid", *Nature* 4356 (1953), pp, 737-738. Disponible en http://www.nature.com/nature/dna50/watsoncrick.pdf.

"What You Should Know About Biological Warfare 1952 Civil Defense Administration", video de YouTube, comunicado de interés público producido por Reid H. Film Industries en 1951 para la Administración Federal de Defensa Civil de Estados Unidos. Publicado por "Jeff Quitney", 11 de diciembre de 2013 (7:47 min.). Disponible en https://www.youtube.com/watch?v=oNHcyCaIIuA.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 177 11/10/16 3:33 PM

Fuentes secundarias

Abir-Am, Pnina, "From Biochemistry to Molecular Biology: DNA and the Acculturated Journey of the Critic of Science Erwin Chargaff", *History and Philosophy of the Life Sciences* 1 (1980), pp. 3-60. DOI: 10.2307/23328242.

———, "The Discourse of Physical Power and Biological Knowledge in the 1930s: A Reappraisal of the Rockefeller Foundation's 'Policy' in Molecular Biology", *Social Studies of Science* 3 (1982), pp. 341-382. DOI: 10.1177/030631282012003001.

———, "The Politics of Macromolecules: Molecular Biologists, Biochemists and Rhetoric", *Osiris* 7 (1992), pp. 164-191. DOI: 10.1086/368709.

Bud, Robert, "Janus-Faced Biotechnology: An Historical Perspective", *Trends in Biotechnology* 7 (1989), pp. 230-233. DOI: 10.1016/0167-7799(89)90012-7.

———, *The Uses of Life*: *A History of Biotechnology*, Cambridge, Cambridge University Press, 1994.

Carlson, Robert H., *Biology is Technology*: *The Promise*, *Peril and Business of Engineering Life*, Cambridge, Harvard University Press, 2010.

Creager, Angela, *Life Atomic*: *A History of Radioisotopes in Science and Medicine*, Chicago, University of Chicago Press, 2013.

Endersby, Jim, *A Guinea Pig's History of Biology*, Cambridge, Harvard University Press, 2009.

Hopkins, Michael, P. Martin, P. Nightingale, A. Kraft y S. Mahdi, "The Myth of the Biotech Revolution: An Assessment of Technological, Clinical and Organisational Change", *Research Policy* 36 (2007), pp. 566-589. DOI: 10.1016/j.respol.2007.02.013.

Jacob, François, *El ratón*, *la mosca y el hombre*, Barcelona, Crítica, 1998.

Radkau, Joachim, "Hiroshima und Asilomar: Die Inszenierung des Diskurses über die Gentechnik vor dem Hintergrund der Kernenergie-Kontroverse", *Geschichte und Gesellschaft*. 4, núm. 3 (1988), pp. 329-363. Disponible en http://www.jstor.org/stable/40185475.

Rheinberger, Hans-Jörg, *An Epistemology of the Concrete*. *Twentieth-Century Histories of Life*, Durham, Duke University Press, 2010.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 178 11/10/16 3:33 PM

———, "Recent Science and its Exploration: the Case of Molecular Biology", *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 40, núm. 1 (2009), pp. 6-12. DOI: 10.1016/j.shpsc.2008.12.002.

Smith Hughes, Sally, "Making Dollars out of DNA: The First Major Patent in Biotechnology and the Commercialization of Molecular Biology, 1974-1980", *Isis* 92, núm. 3 (2001), pp. 551-575. DOI: 10.1086/385281.

Soberón Mainero, Francisco Xavier, *La ingeniería genética, la nueva biotecnología y la era genómica*, México, Fondo de Cultura Económica, 1996.

Stent, Gunther, "That Was the Molecular Biology That Was", *Science* 160, núm. 3826 (1968), pp. 390-395. DOI: 10.1126/science.160.3826.390.

Strasser, Bruno, *La fabrique d'une nouvelle science. La biologie moléculaire à l'âge atomique* (1945-1964), Florencia, Leo S. Olschki Editore, 2006.

Yi, Doogab, "Cancer, Viruses, and Mass Migration: Paul Berg's Venture into Eukaryotic Biology and the Advent of Recombinant DNA Research and Technology, 1967-1980", *Journal of the History of Biology* 41, núm. 4 (2008), pp. 589-636. DOI: 10.1007/s10739-008-9149-9.

Zimmer, Carl, *Microcosm: E. coli and the New Science of Life*, Nueva York, Pantheon Books, 2008.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 179 11/10/16 3:33 PM

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 180 11/10/16 3:33 PM

SEGUNDA PARTE

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 181 11/10/16 3:33 PM

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 182 11/10/16 3:33 PM

APUNTES PARA LA HISTORIA DE LA BIOARTEFACTUALIDAD. EL CASO DE *DOLLY*

*Blanca Irais Uribe Mendoza**

INTRODUCCIÓN

Nuestra experiencia trabajando en la historia de la veterinaria, la zootecnia y las ciencias biológicas nos ha llevado a comprender que la biotecnología tiene una larga genealogía ubicada en espacios, prácticas, saberes y oficios tan antiguos y alejados de los laboratorios como el quehacer de granjeros, pastores, ganaderos o naturalistas que –en su trato cotidiano con plantas y animales– se volvieron artífices de procesos bioartefactuales. Dicho en otras palabras, aquello que vale para el campo vale para el laboratorio, pues la experimentación es la continuación de la observación por otros medios. De manera que a través del caso de la oveja *Dolly*, un ícono mediático de la bioartefactualidad de los siglos XX y XXI, analizaremos un ejemplo de la historicidad contenida en la bioartefactualidad animal.

El 23 de febrero de 1997, Ian Wilmut y Keith Campbell dieron a conocer al primer mamífero clonado a partir de una célula adulta. Se trató de *Dolly*, una oveja que había nacido seis meses atrás en el Instituto Roslin, en Escocia. La noticia de esta clonación recorrió rápidamente el mundo a través de los medios de comunicación, donde se expresaban voces de asombro ante el éxito de la técnica de clonación de embriones de mamíferos. Lo que despertó, casi de manera inmediata, gran inquietud ante la posibilidad de clonar seres humanos genéticamente idénticos.

* Posgrado en Filosofía de la Ciencia-UNAM.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 183 11/10/16 3:33 PM

Además del impacto mediático que provocó el nacimiento de *Dolly*, el éxito de la reproducción de esta oveja fue el punto de partida hacia una nueva etapa dentro de las ciencias biológicas, particularmente del campo de la ingeniería genética aplicada a la medicina humana, la reproducción asistida y el sector agropecuario.

Dolly, además, materializó el inicio de una revolución no sólo biológica, sino cultural, política y económica, así como de las conexiones entre seres humanos y animales. Frente a esta situación, los estudios sociales de la ciencia no tardaron en reflexionar sobre la nueva cara de las ciencias biológicas y los nuevos retos conceptuales, teóricos y metodológicos para pensar la bioartefactualidad.

DOLLY, UN CASO DE BIOARTEFACTUALIDAD

En febrero de 1997, la revista *Nature*, en el artículo "Viable Offspring Derived from Fetal and Adult Mammalian Cells" dio a conocer el nacimiento de *Dolly*.[1] El equipo de investigadores que la crearon estuvo encabezado por Campbell y Wilmut. El primero de ellos fue el encargado de la investigación en un 66%, según declaraciones de Wilmut hechas en el 2013.[2]

El Instituto Roslin es uno de los centros de investigación más importantes de Europa. Ahí se concentran el Instituto Nacional de Biotecnología y Ciencias Biológicas, el Instituto de Ciencias Biotecnológicas, el Colegio de Medicina y el de Veterinaria de la Universidad de Edimburgo. Su financiamiento corre a cargo del Reino Unido a través del Biotechnology and Biological Sciences Research Council.

1 *Dolly* murió el 14 de febrero del 2003 como consecuencia de una afección pulmonar y artritis prematura.

2 Antonio Villareal, "Gran Bretaña se plantea retirar el título de caballero al 'padre' de la oveja *Dolly*", *ABC*. Disponible en http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/madrid/abc/2008/02/04/075.html. Consultado el 4 de febrero de 2008.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 184 11/10/16 3:33 PM

Dolly fue el resultado de un largo proceso de experimentación con células embrionarias que comenzó en las primeras décadas del siglo xx. Específicamente en 1938, cuando el alemán Hans Spemann intentó retirar el núcleo de una célula extraída de un embrión de rana y trasplantarlo a un óvulo, sin embargo su experimento no tuvo éxito. Posteriormente, en 1952, los estadunidenses Robert Bruggs y Thomas King lograron, por primera vez, extraer el núcleo de células somáticas de embriones de rana e insertarlo en ovocitos (de la misma especie) no fertilizados a los que les habían removido el núcleo. El resultado fue el desarrollo de huevos de donde nacieron renacuajos, algunos de los cuales alcanzaron la edad adulta y se convirtieron en ranas. La técnica empleada para este procedimiento se denominó *transferencia nuclear* y dio origen a la clonación de organismos multicelulares.[3]

En 1970, el británico John Gurdon logró trasplantar el núcleo de una célula de rana a un óvulo desprovisto de su núcleo. Sin embargo, el embrión no logró formarse. Por último, en 1984, el veterinario Steen Malte Willadsen utilizó células embrionarias tempranas para clonar ovejas por transferencia nuclear. Willadsen desarrolló sus investigaciones en el British Agricultural Research Council a través del Institute of Animal Physiology de Cambridge. Años más tarde este procedimiento fue retomado por Campbell y Wilmut para crear a *Dolly*, pero con la diferencia de que la célula de esta oveja provino de una célula adulta y no embrionaria. De manera que esta oveja fue el primer mamífero clonado a partir de una célula con estas características.[4]

El proceso para crear a *Dolly* fue llamado transferencia nuclear de células somáticas. El método de este proceso, a grandes rasgos, consistió en la extracción de una célula procedente de un óvulo no fecundado de una oveja de raza Scottish Blackface, a esta célula se le extrajo el núcleo y se le reemplazó por el de una célula mamaria de una oveja donante de raza Finn Dorset, de seis años

[3] Israel Viana, "*Dolly* y el Arca de Noé de los animales", *ABC*, Disponible en http://www.abc.es/ciencia/20130516/abci-dolly-animales-clonados-201305161208.html. Consultado el 11 de agosto de 2013.

[4] Para ver más sobre los experimentos de Willadsen *vid*. Steen Malte Willadsen, "Nuclear Transplantation in Sheep Embryos", *Nature* (1986), pp. 63-65.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 185 11/10/16 3:33 PM

de edad; después, mediante impulsos eléctricos se fusionó este material y quedó dividido; con ello se obtuvo un embrión que posteriormente fue implantado en una tercera oveja que fue portadora de este embrión.[5] Finalmente *Dolly* resultó idéntica a la oveja Finn Dorset, es decir, la donante del núcleo celular.

El proyecto de investigación del que nació *Dolly* surgió de la intención de encontrar la forma de reproducir medicamentos en la leche de animales de granja. Sin embargo, en la medida en que se desarrolló el proyecto los investigadores pusieron su atención en el proceso de transferencia nuclear de células somáticas para lograr la clonación de un mamífero por una célula adulta, pues se visualizó como una gran oportunidad de revolucionar el campo de la medicina animal y humana, además de las repercusiones en el sector de la reproducción animal.

La misma formación académica de los "padres de *Dolly*", Campbell y Wilmut, está relacionada con el campo de la medicina y el sector agropecuario. Campbell, por ejemplo, fue un biólogo que dedicó muchos años de su vida a estudiar los mecanismos de crecimiento y la diferenciación celular relacionados con el cáncer. Después de trabajar en el Instituto Roslin y de crear a *Dolly*, pasó el resto de su vida –murió en el 2012– como investigador de la Universidad de Nottingham en el área de desarrollo animal, un campo de la veterinaria con una marcada tendencia hacia la industrialización empresarial de la reproducción animal.[6]

[5] En mayo del 2014 se dio a conocer la noticia de que el método para clonar animales puede ser patentado en Estados Unidos; sin embargo, una corte de apelaciones federales de este país ha dictaminado que los animales resultantes de estas investigaciones no podrán patentarse tal y como habían solicitado los abogados del Instituto Roslin, quienes pidieron la patente sobre los clones de la oveja *Dolly*. La identidad de *Dolly*, señaló el Juez de Apelaciones del circuito Federal de Washington, es imposible patentarla dado que su donante genético, la oveja Finn Dorset, no tiene el derecho de patente. Reuters, "EU dictamina que los animales clonados como la oveja *Dolly* no se pueden patentar", *El Mundo*. Disponible en http://www.elmundo.es/ciencia/2014/05/09/536c9d5b22601d66598b456f.html. 5 de septiembre de 2014. Hasta ahora, de la investigación para reproducir a *Dolly*, el Instituto Roslin sólo ha podido patentar el método de clonación llamado transferencia nuclear celular somática.

[6] En la Universidad de Nottingham el campo de desarrollo animal abarca las siguientes áreas: estudios en nutrición animal y sus funciones en el metabolismo; el campo de la

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 186 11/10/16 3:33 PM

Wilmut, por su parte, fue agrónomo de formación y su especialidad la desarrolló en genética animal. Entre sus maestros estuvieron el veterinario Tim Rowson y el experto en biología reproductiva Eric Lamming,[7] de quien aprendió las primeras técnicas de congelamiento de embriones.

Sin embargo, la genealogía de *Dolly* va más allá de estos dos hombres, pues no es casual que su creación estuviera en manos de un grupo de investigadores de Reino Unido, como tampoco lo fue que entre ellos estuviese un agrónomo y especialista en genética animal, alumno de un grupo de veterinarios, ya que Inglaterra, desde el siglo XVIII, se convirtió en un referente importante en materia de innovaciones en reproducción animal. De hecho, fue ahí donde la zootecnia y el método de precocidad animal innovaron las técnicas de reproducción y explotación animal. Tampoco es casual que *Dolly* fuese una oveja clonada del tipo Finn Dorset, pues desde el siglo XVI pues esta raza fue para Inglaterra un animal de enorme valor económico por su alta producción de lana de calidad. Esta oveja también tiene la cualidad de producir grandes cantidades de leche para alimentar a sus crías. Por estas razones, la raza Finn Dorset ha sido un emblema del crecimiento económico e industrial de Inglaterra, sobre todo en la industria textil que llevó a este país a la cima de la revolución industrial.

epidemiología; sistemas para la producción y explotación de ganado para zoológicos y animales de compañía; el papel de la dieta en la etiología y prevención de enfermedades animales; industria de la fabricación de alimentos para animales y organización empresarial; evaluaciones de los espacios dedicados al comercio de animales de granja, zoológicos y animales de compañía; últimas tendencias y avances científicos en alimentación animal; problemas filosóficos y éticos asociados a estos campos de conocimiento; diseño experimental y técnicas de investigación en la alimentación animal. The University of Nottingham, "Animal Nutrition MSc". Disponible en http://www.nottingham.ac.uk/pgstudy/courses/biosciences/animal-nutrition-msc.aspx.

7 En los sesenta, el veterinario Tim Rowson del Instituto de Fisiología Animal de Cambridge, descubrió la llamada transferencia embrionaria, que consiste fundamentalmente en congelar un embrión en su primera fase de desarrollo para después transferirlo a otra madre. De ahí a lograr introducir material genético en los embriones no había más que un paso, de donde nació precisamente la transgénesis. C. I. de Bustos, "La investigación genética evita la extinción de ciertas especies animales", *ABC*. Disponible en http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/madrid/abc/1988/01/06/044.html. Consultado el 6 de enero de 1988.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 187 11/10/16 3:33 PM

DEL SIGLO XVIII AL SIGLO XX: BIOARTEFACTOS "TAN VIEJOS Y TAN NUEVOS"

Si bien es cierto que *Dolly* es un ícono de los siglos XX y XXI, de la nueva cara de la biotecnología y de la biología en general, también es cierto que es producto de épocas y prácticas tan antiguas como la Inglaterra del siglo XVIII y el desarrollo de la sociedad industrializada. Particularmente cuando un grupo de granjeros y naturalistas se vieron en la necesidad de innovar viejas prácticas y conocimientos del sector agropecuario, con el fin de alcanzar métodos y técnicas de selección y reproducción animal para que en menor tiempo e inversión se agilizara el proceso de reproducción y cría animal, y aumentase la cantidad y ganancia de los productos de este origen (como pieles, carne, leche, entre otros).

Granjeros del siglo XVIII, como el inglés Robert Bakewell (1725-1795), partieron de conocimientos arraigados en la experiencia de sus granjas y el cultivo agrícola y la reproducción animal para revolucionar la reproducción animal. De ahí que sea considerado como el fundador de la zootecnia. En su llamada granja modelo en Dishley, Bakewell experimentó desde 1760 nuevas cruzas de razas de ganado porcino, caballar y ovino.[8] En 1773, por ejemplo, reprodujo a la que fue, y sigue siendo hasta hoy, una de las razas de ovejas con mayor importancia para la industria de la lana: la New Leicester.

Más importante aún, fue el hecho de que Robert Bakewell aportó dos grandes innovaciones en el campo de la reproducción animal: un método de estandarización animal para la reproducción de ganado y el llamado método de precocidad animal.

La precocidad animal es un proceso inducido por los seres humanos para que, en un periodo breve de tiempo, los animales suelden las epífisis de los huesos largos y tengan una formación integral de su esqueleto. De esa manera se apresura la constitución de su sistema muscular y propiedades organolépticas. Este método revolucionó la práctica de la reproducción animal en la medi-

[8] David L. Wykes, "Robert Bakewell (1725-1795) of Dishley: Farmer and Livestock Improver", *The Agricultural History Review* 52, núm. 1 (2014), pp. 35-55.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 188 11/10/16 3:33 PM

da en que los seres humanos tuvieron en sus manos la posibilidad de organizar sistemática y cualitativamente cada uno de los aspectos que componen el ciclo de vida de los animales.[9]

Así que en el siglo XVIII, nuevas economías del conocimiento y del entendimiento provocaron paulatinamente el traslado de buena parte de los animales domésticos hacia el campo de la artefactualidad y el engranaje de una explotación sistematizada sustentada en la racionalidad científica,[10] en la medida en que la revolución industrial y los ritmos de la vida productiva lo demandaron. Con ello iniciaron cambios radicales en las relaciones entre los seres humanos y los animales. Por ejemplo, los animales domésticos fueron capitalizados con conocimiento científico, un fenómeno que estuvo vinculado a la idea de la racionalización del mundo natural para regularlo y explotarlo.[11]

El siglo XVIII también transitó entre conocimientos prácticos y nuevas ciencias (como la zootecnia) para mostrar que las funciones orgánicas del cuerpo animal podían ser descubiertas, comprendidas, estudiadas, reproducidas y, sobre todo, intervenidas para transformar y capitalizar su entorno. Así que en el siglo XVIII podemos rastrear la construcción y las motivaciones detrás de la bioartefactualidad animal que en gran medida dieron origen a *Dolly*.

9 Véase Blanca Irais Uribe Mendoza, "La zootecnia y el cuerpo animal. Una historia en el Reino Unido y la Francia de los siglos XVII y XIX", en Blanca Irais Uribe Mendoza (coord.), *La estructura de la ciencia*: *voces y perspectivas desde la historia y la filosofía*, (en prensa).

10 Nuevas economías del entendimiento y del conocimiento es una propuesta explicativa para dar cuenta de que en el siglo XVIII naturalistas y ganaderos conscientes de las implicaciones socioeconómicas de capitalizar y administrar el mundo natural desde la comprensión de las causas y el funcionamiento de los procesos biológicos de los organismos vivos, se dieron a la tarea de trasladar el cuerpo animal hacia el campo de la actividad científica para legitimar métodos teóricos y prácticos que, entre otras cosas, hicieron de este cuerpo objeto de propiedad intelectual (me refiero a la obtención de nuevas razas de ganado que son propiedad privada), parte de una cultura material y objeto de estudio de espacios de la ciencia como academias, laboratorios y granjas. Todo ello en sintonía con las demandas y los ritmos del capitalismo y las sociedades industrializadas de los siglos XVIII y XIX. Véase Blanca Irais Uribe Mendoza, "La zootecnia", en *La estructura de la ciencia*, *op. cit*.

11 José Luis Lezama, "Construcción del campo de la sociología ambiental", conferencia, Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México, 23 de junio de 2014.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 189 11/10/16 3:33 PM

Hoy día la reproducción de animales con técnicas de clonación se ha multiplicado gradualmente.[12] Sin embargo, esta oveja se ha quedado en el imaginario de las sociedades actuales –incluso su cuerpo se mantiene disecado y expuesto en el Royal Museum de Edimburgo– como evidencia de que la frontera entre aquello que pensamos como lo humano y lo animal parece diluirse en manos de la ciencia y sus fines. Pensemos, por ejemplo, que la reproducción humana asistida o *in vitro* es inimaginable sin *Dolly*.

Como ha señalado Sarah Franklin,[13] *Dolly* materializó a la nación inglesa y su imperio colonial, pues esta oveja no sólo es producto de una larga tradición de conocimientos que revolucionaron el mundo de la reproducción animal desde el siglo XVIII, también es una imagen publicitaria y comercial que identifica a la nacionalidad británica y sus viejas aspiraciones colonizadoras y expansionistas del capitalismo mundial y el campo de la industria de la salud.

Dolly lleva implícita una retórica cargada de imaginarios de posibilidades sobre la bioartefactualidad. Es al mismo tiempo la promesa de la modernidad respecto al "bienestar de las masas" desde la capacidad de transformación e intervención sobre el mundo natural. Es parte, incluso, de lo que mide el progreso.

LA BIOARTEFACTUALIDAD ANIMAL FRENTE A CLÍO

Un bioartefacto es un organismo biológico que desarrolla funciones intencionalmente orientadas, debido a que es producto de la aplicación de organismos

[12] Mamíferos clonados después de *Dolly*: en 1997, los primeros 22 ratones hembras en la Universidad de Hawái. En el 2000 se clona en Edimburgo a los primeros cinco cerdos. Ese mismo año en África se clonó a *Futi*, una vaca lechera. En el 2001, en Estados Unidos se clonó a la gata *Copycat*. En el 2006 se clonó al primer perro en Surcorea, se trató de un afgano llamado *Snuppy*. En 2009 se clonó al camello *Injaz*. En 2010 se clonó al primer toro de lidia en España, llamado *Got*.

[13] Sarah Franklin, *Dolly Mixtures. The Remaking of Genealogy*, Durham, Duke University Press, 2007, pp. 1-5.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 190 11/10/16 3:33 PM

o sistemas biológicos para obtener bienes y servicios,[14] como ha señalado Ana Cuevas Badallo.[15] Este proceso requiere de conocimientos empíricos que sean resultado de la experiencia directa y su transmisión entre generaciones. Así, los bioartefactos, siguiendo a Cuevas,[16] tienen una naturaleza funcional dual, es biológica y artefactual. O mejor dicho, los bioartefactos tienen funciones de dos tipos: *1)* intencionales –derivadas del diseño y uso como cualquier artefacto– y *2)* biológicas.

Diego Parente ha planteado que al menos desde el Neolítico (o edad de piedra) los seres humanos han creado artefactos biológicos, o bioartefactos, a partir de la domesticación de plantas y animales.[17] Dichos entes corporizan un complejo entramado en el cual se anudan funciones artefactuales y procesos que transcurren independientemente de la intervención humana. A diferencia de otras especies biológicas, los bioartefactos poseen una historia selectiva y una historia intencional, esto quiere decir que son producto de una serie de selecciones de animales o vegetales dotados de características relevantes para algún agente intencional.

De manera que entendemos al *bioartefacto animal* como un cuerpo intervenido por otros mecanismos biológicos con la intencionalidad humana con el propósito de que desarrolle funciones orientadas.

En el caso de los animales, el proceso bioartefactual se lleva a cabo cuando, por ejemplo, manipulamos *a)* sus sistemas de reproducción; *b)* sus características filogénicas; *c)* su taxonomía –musculatura, grasa, pelaje, estructura ósea–;

[14] Entre los términos *bioartefacto y biotecnología* hay similitudes en sentido práctico. Para saber más sobre la historia de la biotecnología véase Martina Newell-Mc Gloughlin y Edward B. Re, *The Evolution of Biotechnology. From Natufians to Nanotechnology*, Dordrecht, Springer, 2006; Denis J. Murphy, *People*, *Plants and Genes*: *The Story of Crops and Humanity*, Oxford, Oxford Scholarship Online, 2007.

[15] Ana Cuevas Badallo, "Los bioartefactos: viejas realidades que plantean nuevos problemas en la adscripción funcional", *Argumentos de razón técnica*: *Revista española de ciencia*, *tecnología y sociedad*, *y filosofía de la tecnología*, núm. 11 (2008): 71-96. Este artículo está incluido al inicio de este libro.

[16] Cuevas, *ibidem*.

[17] Diego Parente, "El estatuto de los bioartefactos. Intencionalismo, reproductivismo y naturaleza", *Revista de Filosofía* 39, núm. 1 (2014), pp. 163-164.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 191 11/10/16 3:33 PM

d) cuando se interviene en el control y adecuación de sus sistemas de comportamiento; *e)* al aplicar el principio de *precocidad animal*; *f)* cuando se busca controlar la tolerancia, resistencia o reacción a patógenos específicos con fines terapéuticos o médicos.[18]

A partir de los planteamientos de Parente y Cuevas,[19] podemos deducir que el factor de historicidad es un componente que integra a los bioartefactos. Parente, por ejemplo, advierte que éstos son parte de un proceso selectivo intervenido por el tiempo, la experiencia empírica y un agente intencional, mientras que Cuevas señala que "los bioartefactos son viejas realidades que plantean nuevos problemas en la adscripción funcional".

A los argumentos de Parente y Cuevas podemos añadir la perspectiva del historiador Edward H. Carr,[20] quien ya en 1962 afirmaba que la verdadera importancia de la revolución de Darwin radicaba en que había sido él quien introdujera la historia en la ciencia natural; es decir, la ciencia ya no estudiaría más algo estático y fuera del tiempo, sino fenómenos inmersos en un proceso de cambio y desarrollo.

Por todas estas razones advertimos que la historicidad es un elemento constitutivo e intrínseco de la bioartefactualidad. Más importante aún es el hecho de que *Dolly* y la bioartefactualidad animal es inexplicable sin la historicidad de un conjunto de prácticas y saberes considerados –hasta antes de las décadas de la posguerra, entre los años 1950 y 1960– como el arte de criar animales.[21]

[18] Para un ejemplo de algunas de las alteraciones bioartefactuales en animales véase David L. Wykes, "Robert Bakewell (1725-1795) of Dishley: Farmer and Livestock Improver", *The Agricultural History Review* 52, núm. 1 (2014).

[19] Parente, "El estatuto de los bioartefactos"; Cuevas Badallo, "Los bioartefactos".

[20] Edward H. Carr, ¿*Qué es la historia*?, México, Ariel, 1992, pp. 76-77.

[21] Entre las razones por las que la crianza de animales se llegó a considerar un arte, fue porque los encargados de esta actividad solían buscar que su ganado gozara de características que consideraban estéticas, es decir, con particularidades de morfología o constitución física, como ser robustos y altos, con gran musculatura, peso y brillo del pelaje. Además de ser animales rentables respecto a la producción de alimentos de ese origen. Todas estas características eran asignadas por un conjunto de convicciones compartidas, creencias y convenciones gremiales entre ganaderos o granjeros, quienes veían en su actividad una práctica vinculada a la *intuición* generada por su larga experiencia en la reproducción y crianza de animales.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 192 11/10/16 3:33 PM

Este llamado arte fue sustituido paulatinamente a partir de estas décadas, tanto en Europa como en el resto del mundo, en la medida en que los proyectos gubernamentales incentivaron un conjunto de técnicas de inseminación artificial para la producción ganadera. Sin embargo, en la práctica cotidiana, el arte de cuidar animales era –y sigue siendo– una tarea de mujeres y hombres dedicados a observar, cuidar, alimentar y convivir con animales cotidianamente en granjas, campos o criaderos donde el pastor, el amateur o el granjero conviven con nuevas y viejas prácticas.[22]

De manera que en la memoria histórica de un ícono de la bioartefactualidad animal de las últimas décadas, como sucede con *Dolly*, debe mucho a prácticas y saberes entrañados en lo que llegó a considerarse como el arte de criar animales.

LA HISTORIA DE LA CIENCIA Y LA BIOARTEFACTUALIDAD ANIMAL

La historia de la ciencia, además de visibilizar la historicidad de la bioartefactualidad, logra capturar aspectos fundamentales que nos revelan la forma en que los seres humanos hemos establecido nuestra relación con el mundo natural y con los animales en el devenir del tiempo.

Visualiza también el proceso de transformación de la relación humano-animal, y descubre la caracterización que la ciencia otorga al cuerpo animal desde los márgenes de sus economías, prácticas, teorías, espacios, disciplinas y discursos, donde incluso la ciencia le otorga resignificaciones ontológicas. En la historia de la ciencia se da cuenta de cómo es que los seres humanos hemos capitalizado y administrado a los animales en términos de producción de conocimiento científico, así como de las dinámicas de mercado que intervienen

[22] Un caso interesante que explora el tránsito entre el *arte de criar animales* y la cientificidad de métodos para la reproducción animal lo encontramos en Bert Theunissen, quien estudió este proceso en el ganado vacuno Frisón de los Países Bajos. Bert Theunissen, "Breeding for Nobility or for Production?", *Isis* 103, núm. 2 (2012), pp. 278-309. DOI: 10.1086/666356.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 193 11/10/16 3:33 PM

en la aprehensión del cuerpo animal desde la producción de conocimiento. La historia de la ciencia funciona como un espejo que nos permite observar los términos con los que la ciencia construye las imágenes del futuro que desea alcanzar, no sólo para los animales sino para el ser humano.

En este punto creemos conveniente advertir que la historia como construcción explicativa del pasado materializa su ejercicio intelectual en lo que los historiadores llamamos *historiografía* –historia escrita–, que es resultado de una indagación y reflexión del pasado estructurado en líneas discursivas que, en conjunto, integran operaciones analíticas sobre los acontecimientos dejados atrás por el presente. En este sentido, cada obra historiográfica se finca en la pretensión de explicar el pasado. Así, el ejercicio historiográfico es parte de una agenda del presente y sus estructuras sociales, culturales, políticas y económicas. De manera que la historia como un paisaje descrito desde la historiografía genera identidad y reconocimiento dentro de la realidad de la sociedad y de los individuos. Por esta razón, en ella hay una extensión del modo en que los seres humanos organizan la temporalidad individual y colectiva; ello condiciona su actuación social y su relación con el mundo natural en el presente.

La historia de la ciencia, por su parte, llega para explorar el pasado de la producción de conocimiento científico y, paulatinamente, generar un proceso de reconocimiento e identidad del saber y sus disciplinas científicas. Así, esta disciplina caracteriza los marcos conceptuales de la ciencia. Por estas razones en la historia de la ciencia encontramos aspectos como: qué es y qué ha sido la ciencia, el *ethos* de las disciplinas científicas y los procesos de legitimidad del profesional de la ciencia. Nos lleva además a comprender cómo fue la ciencia y cómo llegó a ser lo que es, por lo que también sirve para crear y administrar nuevas instituciones de educación superior y mostrar los contenidos propios de cada profesión científica.[23]

[23] Rafael Guevara Fefer, "Ciencia e historia presuntas implicadas: el caso de José Joaquín Izquierdo y Enrique Beltrán, artífices de las ciencias naturales y de la memoria científica nacional", tesis para optar por el grado de doctor en historia, México, Universidad Nacional Autónoma de México, 2011, pp. XIII-XIV, 3-5, 214.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 194 11/10/16 3:33 PM

El pasado y el presente de la ciencia y los objetos construidos o intervenidos por ésta –como en el caso de los bioartefactos– logran convivir en un ejercicio discursivo trazado por la historia escrita. Este ejercicio se hace necesario para develar con amplitud cada uno de los fenómenos sociopolíticos, culturales y económicos que constituyen a la ciencia en un tiempo y espacio determinado.

La historia de la bioartefactualidad animal, vista desde las narrativas historiográficas, abre un espectro que visibiliza la aprehensión que la ciencia hizo de una serie de prácticas para categorizarlas y disciplinarlas, como ocurrió con la zootecnia entre los siglos XVIII y XIX.[24]

CONSIDERACIONES FINALES

Sin lugar a dudas, la bioartefactualidad acarrea consigo cambios profundos en términos biológicos, culturales, económicos y políticos. Es el punto de partida desde donde se establecen nuevas conexiones entre los seres humanos y el mundo natural, incluidos los animales. De ahí la relevancia de que los estudios sociales de la ciencia reflexionen sobre este fenómeno. En la bioartefactualidad está contenida la historicidad, así que el devenir del tiempo es un elemento intrínseco a su constitución.

Por otro lado, la historia de la ciencia debe contemplar que la bioartefactualidad es un objeto de estudio que abre la posibilidad de construir historias donde los espacios científicos aparecen con un papel secundario frente a la intencionalidad de intervenir en la naturaleza para alcanzar determinados fines. Pues, como advertimos al inicio del texto, aquello que vale para el campo vale para el laboratorio, ya que la experimentación parece ser la continuación de la observación por otros medios. En este sentido, con el ejemplo de *Dolly* buscamos demostrar que un ícono de la bioartefactualidad de los siglos XX y XXI, es

[24] Véase Blanca Irais Uribe Mendoza, "La zootecnia y el cuerpo animal entre los siglos XVIII y XIX", *Historia y filosofía de la ciencia. Voces y perspectivas*, México, UNAM, (en prensa).

producto de una larga genealogía que llega hasta el siglo XVIII y el trabajo de granjeros que emprendieron innovaciones agropecuarias para dar respuesta a las demandas de las sociedades industrializadas.

Por último, la bioartefactualidad constituye una nueva perspectiva para la historiografía de la ciencia, pues al dirigir la atención hacia este fenómeno, la historia devela que el conocimiento –bajo la categoría de científico o no– es generador no de artefactos sino de artilugios, es decir, de aquello que se constituye más allá de las profesiones o las disciplinas científicas, pues recae en el oficio o en los saberes de la *praxis* y, sobre todo, da respuesta eficaz a las demandas del mercado.

Frente a la historia, la bioartefactualidad se vuelve un interesante bioartefacto de la memoria a través del cual se descubre la forma como los seres humanos, en el devenir del tiempo, hemos establecido nuestra relación con la naturaleza y con los animales. Se aprecian además las resignificaciones teóricas, prácticas, discursivas e incluso ontológicas que la producción de conocimiento otorga, en tiempo y espacio, a los seres vivos. También se pueden contemplar las imágenes del futuro que las sociedades desean alcanzar no sólo para los animales sino para el ser humano, como en el caso de *Dolly*, y las posibilidades ilimitadas que se abrieron en el campo de la salud humana o la reproducción asistida. *Dolly* es la invención de un cuerpo que obliga a pensar en la caracterización de la humanidad en los albores de una revolución biotecnológica y el futuro de ésta en aspectos tan importantes como la reproducción humana.

BIBLIOGRAFÍA

Bustos, C. I. de, "La investigación genética evita la extinción de ciertas especies animales", *ABC*. Disponible en http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/madrid/abc/1988/01/06/044.html. Consultada el 6 de enero de 1988.

Carr, Edward H., *¿Qué es la historia?*, Barcelona, Ariel, 1992.

Cuevas Badallo, Ana, "Los bioartefactos: viejas realidades que plantean nuevos problemas en la adscripción funcional", *Argumentos de razón técnica: Revista*

española de ciencia, tecnología y sociedad, y filosofía de la tecnología, núm. 11 (2008), pp. 71-96.

Franklin, Sarah, *Dolly Mixtures. The Remaking of Genealogy*, Durham, Duke University Press, 2007.

Gaddis, John Lewis, *El paisaje de la historia. Cómo los historiadores representan el pasado*, Barcelona, Anagrama, 2007.

Guevara Fefer, Rafael, *Ciencia e historia presuntas implicadas: el caso de José Joaquín Izquierdo y Enrique Beltrán, artífices de las ciencias naturales y de la memoria científica nacional*, tesis de doctorado en Historia, UNAM, 2011.

Instituto Roslin, http://www.roslin.ed.ac.uk/.

Murphy, Denis J., *People, Plants and Genes: The Story of Crops and Humanity*, Oxford, Oxford Scholarship Online, 2007.

Newell-Mc Gloughlin, Martina y Edward Re, *The Evolution of Biotechnology. From Natufians to Nanotechnology*, Dordrecht, Springer, 2006.

Lezama, José Luis, "Construcción del campo de la sociología ambiental", conferencia, Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México, 23 de junio de 2014.

Parente, Diego, "El estatuto de los bioartefactos. Intencionalismo, reproductivismo y naturaleza", *Revista de Filosofía* 39, núm. 1 (2014), pp. 163-185.

Reuters, "EEUU dictamina que los animales clonados como la oveja *Dolly* no se pueden patentar", *El Mundo*, 5 de septiembre de 2014. Disponible en http://www.elmundo.es/ciencia/2014/05/09/536c9d5b22601d66598b456f.html.

Theunissen, Bert, "Breeding for Nobility or for Production? Cultures of Dairy Cattle Breeding in the Netherlands, 1945-1995", *Isis* 103, núm. 2 (2012), 278-309. DOI: 10.1086/666356.

The University of Nottingham, "Animal Nutrition MSc". Disponible en http://www.nottingham.ac.uk/pgstudy/courses/biosciences/animal-nutrition-msc.aspx.

Uribe Mendoza, Blanca Irais, "La zootecnia y el cuerpo animal. Una historia en el Reino Unido y la Francia de los siglos XVII y XIX" en *La estructura de la ciencia: voces y perspectivas desde la historia de la filosofía*, México (en prensa).

———, "La invención de los animales. Una historia de la veterinaria mexicana (siglo XIX)", artículo aprobado en dictamen y en proceso de edición.

Uribe Mendoza, Blanca Irais, "*De la genealogía de la veterinaria a la invención de los animales* (México siglo XIX)", tesis de maestría, UNAM, 2011.

———, J. M. Cervantes y A. M. Román, *Una mirada a la historia de la medicina veterinaria a través de la vida y obra de José de la Luz Gómez,* México, UNAM, 2010.

Viana, Israel, "*Dolly* y el arca de Noé de los animales", *ABC*. Disponible en http://www.abc.es/ciencia/20130516/abci-dolly-animales-clonados-201305161208.html. Consultado el 11 de agosto de 2013.

Villareal, Antonio, "Gran Bretaña se plantea retirar el título de caballero al 'padre' de la oveja *Dolly*", *ABC*, Disponible en http://hemeroteca.abc.es/nav/Navigate.exe/hemeroteca/madrid/abc/2008/02/04/075.html. Consultada el 4 de febrero de 2008.

Willadsen, Steen Malte, "Nuclear Transplantation in Sheep Embryos", *Nature* (1986), pp. 63-65.

Wykes, David L., "Robert Bakewell (1725-1795) of Dishley: Farmer and Livestock Improver", *The Agricultural History Review* 52, núm. 1 (2014), pp. 35-55.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 198 11/10/16 3:33 PM

LAS MÚLTIPLES CONFIGURACIONES DE UN BIOARTEFACTO: EL EMBRIÓN *IN VITRO*

*Sandra González Santos**

They are cyborgs that matter.

Nicola Marks[1]

INTRODUCCIÓN

El embrión no existe. No existe una cosa, una entidad allá afuera que sea un embrión. *Embrión* (y por ende embrión *in vitro*) es un concepto, una red de relaciones que conforman a un objeto y le asignan significado.[2] Por lo mismo, es una noción flexible; su significado y conformación dependerán de quién define y usa el término, qué se busca delimitar con este término, dónde y para qué se usa y qué hacen con él. Un embrión puede ser una fuente de vida (al devenir bebé), puede ser materia prima (para desarrollar tejidos), puede ser la esperanza de unos (futuros padres) y el problema de otros (médicos y biólogos), puede estar sujeto a tratamiento médico (cuando se le diagnostica), puede ser un sujeto de legalidad (en disputas sobre propiedad o en debates sobre sus derechos), puede ser un regalo o un bien comercializable (en casos de donación o venta), puede ser generador de identidad ("yo fui concebido con fecundación *in vitro*") o de creatividad (en el arte), puede ser generado *in utero* o *in vitro*, puede tener horas, días o hasta semanas de vida, puede tener cuatro, ocho, 16 células o hasta más. Como vemos, el embrión está constantemente

* Universidad Iberoamericana. Programa Universitario de Bioética-UNAM.

1 "Son *cyborgs* que importan". Nicola Marks, "Cyborg Stem Cells in Public: Deconstructing and Taking Responsability for Categorizations", *New Genetics and Society* 13, núm. 4 (2012), pp. 367. Disponible en http://dx.doi.org/10.1080/14636778.2012.662063.

2 *Embrión in vitro* es el término que emplearé para referirme a la multiplicidad material y simbólica de embriones que se generan fuera del cuerpo humano.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 199 11/10/16 3:33 PM

haciéndose y está en posibilidad de ser muchas cosas: es heterogéneo, inestable y multipotente.

Este trabajo busca, por un lado, dar cuenta de esta heterogeneidad y, por el otro, reflexionar sobre las distintas transustanciaciones por las que puede pasar el embrión *in vitro*.[3] Esta propuesta parte de la premisa de que cada configuración posibilita distintos escenarios y problemas.[4] La reflexión se hará siguiendo las relaciones que resultan en un embrión *in vitro*, desplegando sus diversas conformaciones materiales y simbólicas; es decir: los objetivos que motivan su generación, los espacios en los que se crean, las personas involucradas en su concepción, sus materialidades, las posibilidades que ofrecen y los problemas, accidentes y debates (económicos, políticos, prácticos, legales, etc.) que conllevan.[5] Como herramientas de análisis emplearé el enfoque de la sociología de las relaciones[6] y la noción de *cyborg*,[7] ya que ambas ayudan a ver cómo el embrión creado *in vitro* es (re)configurado, posibilitando nuevas relaciones y dando lugar a una variedad de escenarios. Empleando una mirada que se enfoque en las relaciones y procesos podemos encontrar fisuras y grietas por las cuales se puede intervenir para generar relaciones que resulten en mejores mundos.

[3] Dentro del contexto religioso la transustanciación se entiende como la transformación del pan y del vino en el cuerpo y la sangre de Jesucristo durante la eucaristía. En este caso tomo el término como metáfora para pensar en las múltiples transformaciones simbólicas y materiales por las que pasa el embrión *in vitro*.

[4] Véase John Law, "Actor Network Theory and Matrial Semiotics", en Bryan S. Turner (ed.), *The New Blackwell Companion to Social Theory*, pp. 141-158, Oxford, Blackwell, 2008; Annemarie Mol, *The Body Multiple*: *Ontology in Medical Practice*, Durham, Duke University Press, 2002; Robert H. Carlson, *Biology Is Technology. The Promise, Peril, and New Business of Engineering Life*, Cambridge, Harvard University Press, 2010.

[5] Klaus Hoeyer *et al*., "Embryonic Entitlements: Stem Cell Patenting and the Co-production of Commodities and Personhood", *Body Society* 15, núm. 1 (2009), pp 1-24; Elizabeth Roberts, "Extra Embryos: The Ethics of Cryopreservation in Ecuador and Elsewhere", *American Ethnologist* 34, núm. 1 (2007), pp. 181-199. DOI: 10.1525/ae.2007.34.1.181; Lynn Morgan, "Embryo Tales", en Sarah Franklin y Margaret Lock (eds.), *Remaking Life and Death*: *Toward an Anthropology of the Biosciences*, Santa Fe, School of American Research Press, 2003, pp. 261-291.

[6] Véase Law, "Actor Network Theory" y Mol, *The Body Multiple*.

[7] Donna Haraway, *Simians*, *Cyborgs, and Women*: *The Reinvention of Nature*, Nueva York, Routledge, 1988.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 200 11/10/16 3:33 PM

Comienzo este trabajo por exponer las características de las herramientas analíticas que empleo: la sociología de las relaciones y la noción de *cyborg*. Después planteo algunas de las condiciones tecnocientíficas que dieron lugar al embrión *in vitro* para luego adentrarme en la exploración de sus distintas transustanciaciones. Esta exploración está anclada en ejemplos tomados de distintos escenarios culturales (el espacio clínico, legal, mediático, científico-tecnológico y artístico). He dividido estos ejemplos en dos grandes secciones. En la primera analizo al embrión *in vitro* creado y mantenido dentro del marco de la reproducción humana, es decir, que tiene el fin último (aunque sea en potencia) de ser miembro de una familia y en la segunda miro al embrión *in vitro* que habita contextos no familiares sino más bien terapéuticos, de investigación o artísticos.

LA SOCIOLOGÍA DE LAS RELACIONES Y LA NOCIÓN DE CYBORG

> *ontology is not given in the order of things […] ontologies are brought into being, sustained, or allowed to wither away in common, day-to-day, sociomaterial practices.*
>
> Mol

Mirar al mundo desde la sociología de las relaciones es mirarlo a partir de las relaciones entre sus distintos elementos.[8] Es, como señala Mol, considerar que son las performatividades, los ensamblajes y las conjugaciones entre los elementos las que generan, dan forma y dotan de significado a todo aquello que nos rodea, tanto en términos materiales como simbólicos. Bajo esta óptica, las relaciones son distribuciones de poder dinámicas y precarias, son intercambios

[8] Law, "Actor Network Theory"; Mol, *The Body Multiple*; Michel Callon, "Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St. Brieuc Bay", en John Law (ed.), *Power, Action and Belief*: *A New Sociology of Knowledge?*, Londres, Routledge, 1986, pp. 196-229, Haraway, *Simians*.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 201 11/10/16 3:33 PM

y generaciones de discursos y de significados. Los significados de las cosas y sucesos, al ser construidos en la relación, están constantemente siendo (re)generados y (re)asignados en las relaciones entre actores que son material y simbólicamente heterogéneos. Mirar el embrión *in vitro* como un entramado de relaciones, como un nodo o agente activo y productor de significado, implica que no se considera que preexiste ni tiene una determinación final única. Estas características se dan en la interacción social, y es en ellas donde y cuando se materializan las fronteras del objeto. Además de producir historias ricas e interesantes, esta mirada brinda una sensibilidad que permite encontrar opciones de cómo y dónde se puede interferir en las relaciones para cambiar el tipo de distribución de poder que se establece y, por lo tanto, del mundo que se crea.[9]

Por otra parte, usar la noción de *cyborg* como herramienta para pensar sobre los embriones *in vitro* es un movimiento estratégico que permite mostrar cómo este embrión es una construcción híbrida –tanto en términos materiales (en ocasiones máquina-humano, en otras humano-animal o animal-máquina) como simbólicos– conformada por una materialidad y una discursividad que se (co)construyen en relación con otras entidades igualmente materiales y discursivas.[10] Asimismo, esta noción ayuda a revelar las contingencias que están dadas por sentado, permitiéndonos tomar responsabilidad sobre estos bioartefactos. Finalmente, esta noción resalta el contexto tecnocientífico,[11] biotecnológico,[12] o transbiológico,[13] en el que surge este tipo de embrión con carácter multipotencial. Pensar en el embrión *in vitro* como un *cyborg* muestra el hecho de que estas entidades transitan de un lugar material y simbólico a otro, de una constitución a otra, de una situación a otra. Como ya se mencionó, el embrión *in vitro* siempre está en potencia.

9 Mol, *The Body Multiple*.

10 Haraway, *Simians*; Donna Haraway, *Manifiesto para cyborgs. Ciencia, tecnología y feminismo socialista a finales del siglo* xx, Mar del Plata, Puente Aéreo, 2014.

11 Javier Echeverría, *La revolución tecnocientífica*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 2003.

12 Carlson, *Biology is Technology*.

13 Sarah Franklin, "The Cyborg Embryo: Our Path to Transbiology", *Theory, Culture & Society* 23, núm. 7-8 (2006), pp. 167-187. DOI: 10.1177/0263276406069230.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 202 11/10/16 3:33 PM

Mediante la conjunción de la sociología de las relaciones y la perspectiva *cyborg*, muestro cómo el embrión *in vitro* no es uno sino muchos, y por ende conlleva a distintos escenarios que requieren de una visión (bio)ética múltiple. Dicho de otra manera, propongo dejar de pensar en el embrión *in vitro* en términos normativos y morales como una unidad homogénea y estable, y verlo como una multiplicidad dinámica y precaria. Sugiero enfocarnos en las relaciones materiales y simbólicas que dan lugar a la variedad de embriones *in vitro*, las posibilidades e imposibilidades que generan, y los problemas y accidentes particulares de cada caso.

LAS CONDICIONES DE POSIBILIDAD MATERIALES Y SIMBÓLICAS DENTRO DEL ÁMBITO MÉDICO-CIENTÍFICO: LA EMBRIOLOGÍA Y LA REPRODUCCIÓN ASISTIDA

Comienzo este análisis viendo las condiciones epistemológicas y tecnológicas dentro del ámbito médico-científico que posibilitaron la llegada del embrión *in vitro*. El primer punto que visito es hacia finales del siglo XIX, momento en el cual se emprende la separación entre embrión (en este caso *in utero*) y mujer gestante, resultando eventualmente en la concepción del embrión como una entidad independiente. En aquel momento los embriólogos, quienes estaban interesados en establecerse como una especialidad médica, generaban dibujos y descripciones que representaban al embrión como independiente, sin conexión con la mujer que lo gestaba, la cual fue redefinida como una "incubadora".[14] Asimismo, buscaron reubicar el punto a partir del cual se considera que ha comenzado la vida individual del ser en gestación. El punto de inflexión dejó de ser el momento en el que la mujer embarazada empieza a sentir los primeros movimientos del feto y pasó a ubicarse en las primeras semanas de gestación. Paralelo a esto, pretendían eliminar la idea de que la vida diaria de la mujer, sus hábitos y emociones, impactaban directamente en el desarrollo del embrión.

[14] Morgan, "Embryo Tales".

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 203 11/10/16 3:33 PM

Por consiguiente, se repensó la etiología de los abortos espontáneos, ahora pensados como resultado de problemas en el embrión mismo. Así, el embrión adquirió independencia y se redujo la importancia de la mujer en los procesos de implantación y desarrollo del embrión. A la par de lo anterior, el trabajo de estos embriólogos fue usado para mostrar, por un lado, la relación que tiene el ser humano con la red de seres vivos y por otro, para subrayar lo especial y único que es este embrión en tanto es humano.[15]

Durante el siglo xx la idea del embrión como independiente se perpetuó gracias al uso de técnicas de visualización modernas (como los rayos X y posteriormente el ultrasonido) y a la diseminación de las imágenes que generan. Estas máquinas permitieron "ver" con mayor detalle el proceso de desarrollo del embrión y conceptualizar así etapas y estadios minuciosamente descritos en términos de la forma que tiene el embrión y sus funciones. Esto resultó en la elaboración de sistemas de evaluación que califican cada una de las etapas de desarrollo embrionario. Las imágenes producidas con estas tecnologías de visualización han llegado a otros espacios además del ámbito biomédico. Pensemos, por ejemplo, en las imágenes que produjo Lennart Nilsson en 1965 o en las imágenes que acompañan a los discursos sobre reproducción asistida (en las que vemos un óvulo, dos pipetas y un esperma en el proceso de la inyección intracitoplásmica de esperma). En estas imágenes (que circulan en otros contextos además del biomédico) no vemos a la mujer, ni al hombre, ni al médico; lo que vemos es un embrión presentado como solitario e independiente, a lo mucho, en contacto con la tecnología que lo genera. Estas explicaciones e imágenes han contribuido a generar una concepción del embrión como un ser vivo humano independiente de quien lo gesta y con etapas de desarrollo claramente distinguibles. Si bien la definición de embrión aún genera debate, los textos médicos contemporáneos lo describen como el conjunto de células formadas desde que esperma y óvulo fusionan sus núcleos hasta que cumple ocho semanas (56 días posovulación).[16] Durante esta etapa, llamada periodo

[15] *Idem*.
[16] Barry Mitchell y Ram Sharma, *Embryologie*, París, Elsevier Masson, 2005.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 204 11/10/16 3:33 PM

embrionario, pasa de ser una célula de 0.14 mm (cigoto), a ser un cúmulo de 16 células indiferenciadas (mórula), a comenzar el proceso de diferenciación celular (blastocito), a casi completar el proceso de organogénesis y llegar a medir 30 mm. Aproximadamente 56 días después de la ovulación, el embrión ha adquirido una apariencia humana y recibe un nuevo nombre –feto– y comienza el periodo fetal, durante el cual los órganos seguirán creciendo, desarrollando y madurando.

Estas imágenes de embriones flotando solitariamente en espacios negros ven la llegada de las técnicas de reproducción asistida (TRA) de alta complejidad que, como veremos, son posibles (en parte cuando menos) gracias a la visión autónoma del embrión y a su vez han contribuido a perpetuar esta idea. Las TRA como la fecundación *in vitro* (FIV) y la inyección intracitoplásmica de espermas (ICSI) buscan la fecundación óvulo-esperma fuera del cuerpo de la mujer y mantener el desarrollo del embrión *ex utero* durante algunos días.[17] A lo largo de las décadas, el uso y los protocolos de las TRA se han modificado.[18] Si bien la lógica básica es la misma (lograr una fecundación fuera del cuerpo) ha cambiado el tipo de problema que se buscaba afrontar, el tipo y cantidad de hormonas que se emplean y los aparatos que se utilizan. Hoy se usa la FIV y la ICSI para una variedad mucho más amplia de impedimentos, tanto femeninos como masculinos; en ocasiones estas razones van más allá de problemas de infertilidad (como veremos más adelante) y a veces ni siquiera son de orden médico. Lo que sigue siendo igual, es que estos procedimientos producen embriones *in vitro*.

[17] La diferencia entra ellas es que, en el caso de la ICSI, se toman espermas y se inyectan directamente en el óvulo, mientras que en la FIV se espera que la fecundación suceda sin mayor intervención.

[18] En algunos países se usa la ICSI en la mitad de los casos del uso de TRA de alta complejidad. Kelly Servick, "Unsettled Questions Trail IVF's success", *Science* 345, núm. 6198 (2014), pp 744-746. En Latinoamérica llega a representar hasta 85% de los casos. Fernando Zegers-Hochschild *et al*., "Assisted Reproductive Technologies (ART) in Latin America: The Latin American Registry 2011", *JBRA Assisted Reproduction* 17 (2013), pp. 216-223. DOI: 10.1093/humrep/dep343. Para más detalles sobre esto, véase Sarah Franklin, *Biological Relatives: IVF, Stem Cells, and the Future of Kinship*, Durham, Duke University Press, 2013.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 205 11/10/16 3:33 PM

LOS DEBATES ÉTICO-POLÍTICOS

Después de haber descrito algunos aspectos que influyeron en la concepción del embrión como una entidad independiente a la mujer que lo gesta y las tecnológicas que permitieron generar embriones fuera del cuerpo humano, quisiera enfocar nuestra atención a los debates ético-políticos que se dieron cuando el embrión *in vitro* comenzó a circular fuera de los espacios reproductivos.[19] Hay tres aspectos que me parecen importantes de estos debates.

Primero, se critica el carácter ambiguo del término embrión por no dar cuenta de lo que, para algunos, son claramente distintos tipos de embriones,[20] ya sea por la etapa de desarrollo en la que se encuentran (conceptus, cigoto, blastocisto, mórula, feto, bebé) o por los distintos métodos para generarlos (mediante el uso de TRA o no). Determinar a qué se le llama embrión y qué significa este término es importante para saber si puede o no ser considerado un ser humano, y por ende, el estatuto legal, simbólico y social que tiene. Todo lo anterior conlleva, evidentemente, implicaciones para la investigación.[21] Por ello, en un afán por enmarcar a un tipo de embrión particular que se utiliza mucho en la investigación, aparece el término pre-embrión.[22] A diferencia de otros embriones, el pre-embrión es considerado precario, con pocos días de desarrollo y por ende conformado por pocas células. Los que abogaban a favor del uso de pre-embriones en la investigación biomédica, argumentaban que el pre-embrión no

[19] Michael Mulkay, "Science and Family in the Great Embryo Debate", *Sociology* 28, núm. 3 (1994), pp. 699-715. Disponible en http://www.jstor.org/stable/42855453; M. Mulkay, "Frankenstein and the Debate Over Embryo Research", *Science Technology & Human Values* 21 (1996): 157. DOI: 10.1177/016224399602100202; Caroline Waldby y Susan Squier, "Ontogeny, Ontology, and Phylogeny: Embryonic Life and Stem Cell Technologies", *Configurations* 11, núm. 1 (2003), pp. 27-46. DOI: 10.1353/con.2004.0015; Elizabeth Roberts, "Extra Embryos: The Ethics of Cryopreservation in Ecuador and Elsewhere", *American Ethnologist* 34, núm. 1 (2007), pp. 181-199. DOI: 10.1525/ae.2007.34.1.181.

[20] Véase Clifford Grobstein, "External Human Fertilization", *Scientific American* 240, núm. 6 (1979), pp. 57-67. y Andrew Huxley, "Research and the embryo", *New Scientist* 11 (1985), p. 2.

[21] Waldby y Squier, "Ontogeny…".

[22] Mulkay, "Science and Family…"; Mulkay, "Frankenstein…".

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 206 11/10/16 3:33 PM

tiene la organización biológica básica para poder ser considerado ser humano, ya que aún no aparece el surco primitivo, el cual indica el principio del desarrollo del sistema nervioso central.

La segunda cuestión que se discute versa sobre si se considera al embrión como punto de comienzo de la vida (humana).[23] Desde esta noción, interrumpir el desarrollo de éste, es interrumpir el *continuum* entre la vida embrionaria, la vida fetal, neonatal, infantil y adulta. Esta interrupción tiene implicaciones prácticas y simbólicas, ya que altera la manera de entender y vivir el trayecto de la vida. Esto se vuelve particularmente problemático en casos de criopreservación, donde la historia biográfica de la familia que los generó sigue su curso temporal y biológico (envejecen), mientras que la biografía del embrión congelado se detiene, queda suspendida, creando una asincronía entre el embrión y la familia de donde emana.

Por último, considero problemático asumir de manera acrítica que los embriones que son considerados individuos humanos, creados sin asistencia biomédica y que se encuentran en un contexto familiar, no son instrumentalizados, mientras que los embriones en el contexto científico de laboratorio sí lo son. Cuando se consideran las razones y explicaciones que la gente da sobre su deseo y esfuerzo por tener hijos, resulta difícil asumir que los hijos concebidos sin asistencia no son instrumentalizados. Sobre este punto ahondaré más adelante.

El embrión *in vitro* contemporáneo de alguna manera cumple el objetivo que tenían los embriólogos de comienzos del siglo xx: ser visto como un independiente. Esta separación simbólica y material entre el embrión y la mujer que lo gesta (o gestará) ha permitido que aparezcan voceros que hablan en nombre del embrión (y feto) desde distintos lugares y con distintos propósitos.[24] En ocasiones los portavoces son el médico y el biólogo que los generan, en otras son las organizaciones pro-vida o pro-elección que los defienden, o

[23] Roberts, "Extra Embryos…".

[24] Simone Bateman Novaes y Tania Salem, "Embedding the Embryo", en J. Harris y S. Holm (eds.), *The Future of Human Reproduction. Ethics, Choice and Regulation*, Oxford, Oxford University Press, 1998.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 207 11/10/16 3:33 PM

la mujer y hombre que los gestan, o la ley que los protege o ignora, o la ciencia que los estudia. Cada uno de estos portavoces emite su narrativa, su punto de vista, su juicio, sus miedos y esperanzas, y con esto, el embrión *in vitro* se construye de una u otra manera. Pero lo más interesante es que, aunque se limita su posibilidad de desarrollo (*in vitro*) a máximo 14 días, el embrión *in vitro* tiene ante sí un abanico de posibles futuros. El embrión *in vitro,* a diferencia del *in utero*, puede ser transferido a un cuerpo y seguir una biografía de hijo, puede ser suspendido en el tiempo (criopreservado), puede entrar en el circuito del conocimiento tecnocientífico (como objeto de investigación), en el circuito de la salud (como material terapéutico) o hasta en el del arte. Son justamente todos estos devenires del embrión *in vitro* los que discutiré en lo que resta del artículo.

EMBRIONES FILIALES: EMBRIONES EN REPRODUCCIÓN

En el contexto de la reproducción no asistida, el embrión que viaja por las trompas de falopio es, por lo general, un embrión ignorado, su presencia se desconoce, no se puede ver. Es común que en casos de no implantación, ni siquiera se tenga conciencia de que existió un embrión. A diferencia del embrión *in utero*, el embrión *in vitro* es conocido desde el momento en el que se genera, desde el instante en que es cigoto. Este embrión "representa una verdadera posibilidad de lograr el embarazo y nacimiento de un bebé",[25] y como tal es visualizado, atesorado, nombrado y apropiado. Los posibles futuros padres comienzan a establecer vínculos con estos embriones llamándolos mis hijos.[26] Cada vez es más

[25] Anna Furse, Art of A.R.T., *Gender Forum. An Internet Journal for Gender Studies* 6 (2003). Disponible en http://www.genderforum.org/issues/anybodys-concerns-i/art-of-art/.

[26] Sandra P. González-Santos, "The Sociocultural Aspects of Assisted Reproduction in Mexico", tesis de doctorado, University of Sussex, Sussex, 2011; Sarah Franklin, *Embodied Progress*: *A Cultural Account of Assisted Conception*, Oxford-Nueva York, Routledge, 1997; Charis Thompson, *Making Parents*: *The Ontological Choreography of Reproductive Technologies*, Cambridge, The MIT Press, 2005.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 208 11/10/16 3:33 PM

común que los posibles futuros madres/padres tengan fotos de los embriones en sus carteras o celulares y las muestren a sus amigos y familiares. De allí que la falla de implantación del embrión *in vitro* sea vivido como la pérdida de un ser nombrado, visto, analizado, atesorado, portado, mostrado y socializado. No es un retraso del periodo menstrual que regresó a la normalidad sin dejar huella, es una puntualidad devastadora. Es tal la carga simbólica y emocional que se le asigna al embrión, que desde el día de la transferencia embrionaria (de dos a cuatro días después de la fecundación, lo que en el calendario de la concepción no asistida sería dos o tres días poscoito) se comienza a tratar a la mujer como si estuviese embarazada y se le recomiendan cuidados especiales.[27] Como describiré a continuación, aún dentro del contexto de la reproducción, el embrión *in vitro* puede tener muchas genealogías y devenires, pero sobre todo por su carácter extracorporal, autónomo y vivo posibilita muchos escenarios.

EMBRIONES DE TRES

El 31 de agosto del 2014 la BBC publicó una nota sobre el buen estado de salud físico y mental de Alana Saarinen, una de las pocas personas concebida mediante la técnica de transferencia de citoplasma.[28] Esta técnica se utilizó entre 1997 y 2002, año en el que la FDA la declaró ilegal porque se detectaron

[27] González-Santos, *Assisted Reproduction in Mexico*.

[28] Al transferir citoplasma también se transferían mitocondrias, generando con esto la posibilidad de que en una misma célula haya mitocondrias provenientes de dos personas: la donante y la receptora, cada una con una carga genética individual. Jason A. Barritt *et al*., "Mitochondria in Human Offspring Derived from Ooplasmic Transplantation: Brief Communication", *Human Reproduction* 16, núm. 3 (2001), pp. 513-516. DOI: 10.1093/humrep/16.3.513; J. Cohen *et al*., "Birth of Infant After Transfer of Anucleate Donor Oocyte Cytoplasm into Recipient Eggs", *The Lancet* 350, núm. 9072 (1997), pp. 186-187; Brian Dale *et al*. "Pregnancy After Cytoplasmic Transfer in a Couple Suffering from Idiopathic Infertility. Case Report", *Human Reproduction* 16, núm. 7 (2001), pp. 1469-1472; Charlotte Pritchard, "The Girl With Three Biological Parents", BBC *News*, 1 de septiembre de 2014.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 209 11/10/16 3:33 PM

casos con problemas cromosómicos, de allí el interés en la salud de Alana.[29] La técnica buscaba optimizar la calidad del óvulo transfiriéndole citoplasma de un óvulo donado considerado de mejor calidad. El óvulo recargado de citoplasma donado era fecundado; si fertilizaba y comenzaba a desarrollarse, era transferido al útero de la mujer. Actualmente, en el Reino Unido (RU) se evalúa la viabilidad de un procedimiento similar llamado terapia de reemplazo mitocondrial (TRM) para asistir a mujeres que presentan desórdenes genéticos mitocondriales.[30] En los debates sobre el uso de estas técnicas se plantea que mediante estos procedimientos se están generando embriones (y por ende individuos) con carga genética proveniente de tres fuentes distintas: el esperma, el núcleo del óvulo y las mitocondrias de un óvulo donado. En este caso, el embrión *in vitro* ha sido subdividido en partes (citoplasma, núcleo, mitocondria, ADN) y algunas de sus relaciones y procesos han sido transformados (desarrollo, útero, embarazo, mujer gestante, etc.). Cada una de las partes/relaciones recibe una carga simbólica distinta, algunas al punto de ser prescindibles. Por el hecho de estar separado material y simbólicamente de la mujer gestante, es posible manipularlo sin afectar negativamente su relación filial pero sí afectando positivamente su carácter biológico, cosa que no es posible con el embrión *in vitro*. La reconfiguración de las partes y relaciones que dan lugar a este tipo de embrión *in vitro* hace posible que algunos consideren la donación de mitocondrias similar a una donación de sangre o de órganos, particularmente en cuanto a la relación que se establece

[29] Barritt, "Mitochondria in Human Offspring…"; Pritchard, "The girl with…".

[30] Se transfiere el núcleo del óvulo de la mujer receptora, que presenta el trastorno mitocondrial, a un óvulo donado, al cual se le extrajo su núcleo. Posteriormente este óvulo (híbrido por tener el núcleo de un óvulo y el cuerpo celular de otro) es fecundado. Otra técnica similar es la transferencia pronuclear. Para ésta se fertilizan dos óvulos, uno de la donante y el otro de la mujer receptora. Una vez lograda la fecundación en ambos casos, se elimina el pronúcelo del cigoto de la donante para ser reemplazado por el pronúcleo del cigoto de la receptora. Así se forma un embrión compuesto por el núcleo de la pareja o mujer receptora y el cuerpo celular de la donante.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 210 11/10/16 3:33 PM

entre donador y receptor.[31] Esta perspectiva se manifiesta al llamarle *donadora de mitocondria* a la mujer que aporta el cuerpo celular y de nuevo cuando se le otorgan menos derechos y responsabilidades sobre la progenitora que a los donadores de óvulos, espermas o de embriones.[32]

Estos procedimientos generan muchas preguntas. En cuanto a los aspectos biológicos, hace falta entender la relación mitocondria-mitocondria y mitocondria-núcleo y aún hay dudas sobre las implicaciones de la herencia triparental.[33] En el plano filosófico y bioético, hace falta determinar si estos organismos son considerados genéticamente modificados,[34] si es ético intervenir en el genoma humano de esta manera y si cabe pensar en estas prácticas como eugenésicas porque buscan eliminar un (des)orden genético del universo genómico humano. En referencia a los aspectos filiales y legales, hace falta entender cuál es la relación que se establece entre las personas concebidas mediante estas técnicas y la donadora de citoplasma y mitocondrias que lo hicieron posible.

[31] Doug Turnbull, "Respuesta para el Consejo de Bioética de Nuffield", *Bioethics on Emerging Techniques to Prevent Inherited Mitochondrial Disorders*: Ethical Issues, 2012.

[32] Nuffield Council on Bioethics, "Launch Seminar Presentations". Disponible en http://nuffieldbioethics.org/project/mitochondrial-dna-disorders/launch-seminar-presentations/.

[33] Sin embargo, sí hay dudas sobre las consecuencias, a corto, mediano y largo plazos, de tener información genética proveniente de tres fuentes distintas dentro de una misma célula. El temor se relaciona con la falta de conocimiento sobre cómo interactuarán el ADN mitocondrial (ADNmt) con el ADN nuclear y sobre si habrá problemas porque éstos provienen de distintas personas. La hipótesis que sustenta esta duda plantea que el ADNmt y el ADN nuclear están coadaptados. Es decir, tanto el ADNmt como secciones del ADN nuclear pasan de generación en generación por vía matrilineal. Ted Morrow, "Myth Replacement Therapy: MPs Debate the Science of Mitochondria", *BioNews*. Disponible en http://www.bionews.org.uk/page_451856.asp. Consultado el 8 de septiembre de 2014. Véase Justin C. Saint John, "Ooplasm Donation in Humans. The Need to Investigate the Transmission of Mitochondrial DNA Following Cytoplasmic Transfer", *Human Reproduction* 17, núm. 8 (2002), 1954–1958. DOI: 10.1093/humrep/17.8.1954.

[34] Para algunos, estos procedimientos son terapias germinales (las modificaciones son heredables) que producen organismos genéticamente modificados (OGM). Louisa Petchey, "Conservative MP Says Mitochondrial Donation will Produce Genetically Modified Children", *BioNews*. Disponible en http://www.bionews.org.uk/page_405551.asp.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 211 11/10/16 3:33 PM

EMBRIONES DISEÑADOS COMO SALVADORES

Hoy hay técnicas que permiten conocer algunas de las características genéticas y cromosomáticas del embrión antes de implantarlo. Esto abre la posibilidad de elegir a un embrión sobre otro, ya sea porque se busca evitar una condición genética particular, porque se busca que sea compatible con otro miembro de la familia o porque se pretende sea de un sexo determinado. Un acto de verdadera selección artificial. Evidentemente esto ha generado grandes controversias, ha germinado miedos profundos, ha dado lugar a esperanzas y le ha salvado la vida a algunos. Para analizar las posibilidades y problemas que surgen al seleccionar embriones muestro tres casos sucedidos entre 2001 y 2003 en el Reino Unido.[35]

Caso 1. Cuando la señora Hashmi se enteró de que estaba embarazada de su cuarto hijo, se realizó un diagnóstico prenatal para ver si el bebé presentaba beta-talasemia, un desorden genético que afecta la producción de hemoglobina. La prueba arrojó un falso negativo y su hijo nació con la condición. Esto implicaba constantes transfusiones sanguíneas o un transplante de médula, para lo cual se requiere de un donador compatible. La familia Hashmi solicitó permiso

Consultado el 17 de marzo de 2014. Otros consideran lo contrario, argumentando que se trata de una alteración en el ADN mitocondrial y no en el nuclear. Morrow, "Myth Replacement"; Paul Knoepfler, "Open Letter to UK Parliament: Avoid Historic Mistake on Rushing Human Genetic Modification", *Bionews*. Disponible en http://www.bionews.org.uk/page_472759.asp. Consultado el 24 de noviembre de 2014. Este criterio sugiere que el ADNmt no es considerado igual de importante en la conformación de un individuo como lo es el ADN nuclear. Esta asimetría revela la carga simbólica que se le da a cada estructura y su ADN: la mitocondria es considerada como la fuente de energía de la célula, por lo tanto su ADN está relacionado con esto y sólo con esto, mientras que el núcleo y el ADN nuclear están asociados con la información que nos determina fenotípicamente y para algunos hasta en términos de identidad. Véase Morrow, "Myth Replacement"; Petchey, "Conservative MP"; Siobhan Chan, "Government is Misleading Public About Mitochondrial Donation, Claim Scientists", *BioNews*. Disponible en http://www.bionews.org.uk/page_442199.asp. Consultado el 4 de agosto de 2014.

[35] En el Reino Unido es necesario que las autoridades (Human Fertility & Embryology Authority o HFEA) autoricen utilizar técnicas de selección de embriones. Rachel Brown, "UK Government Plans to Legalise Mitochondrial Replacement for IVF", *BioNews*. Disponible en http://www.bionews.org.uk/page_439970.asp. Consultado el 24 de julio de 2014.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 212 11/10/16 3:33 PM

para usar fecundación *in vitro* y diagnóstico genético preimplantacional (DGP) a fin de tener un hijo sano, que fuese compatible con Zain y poder usar las células de su cordón umbilical como fuente de células madre para ser transplantadas a la médula de Zain. Después de grandes debates, las autoridades accedieron, pero la familia no ha logrado tener un bebé sano y compatible con Zain.

Caso 2. La familia Whittaker también solicitó el uso de FIV y DGP para ayudar a su hijo Charlie, quien también tenía un desorden genético (anemia de Diamond-Blackfan) pero, a diferencia del caso Hashmi, este desorden no era heredado (es decir, sus padres no fueron los portadores). La HFEA resolvió no permitirles utilizar DGP para seleccionar al embrión compatible. El argumento era que usar DGP sólo beneficiaría a Charlie y en nada al futuro bebé, ya que era poco probable que también generara la mutación. Ante la negativa, la familia Whittaker viajó a EUA donde realizaron el procedimiento, el cual resultó en el nacimiento de James, un bebé sano y compatible con Charlie.

Caso 3. Durante 15 años Louise y Alan Masterton habían buscado tener una hija; cuando nació Nicole, Louise se esterilizó. Pero en 1999 Nicole, de tres años, murió en un accidente. Louise y Alan querían utilizar FIV con DGP para concebir a una niña, pero no hubo clínica que aceptara el caso. Los Masterton buscaron tratamiento en Italia. El procedimiento resultó en un único embrión masculino, el cual fue donado a otra pareja.

Estos y otros casos similares han sido cubiertos por los medios, discutidos en comités de bioética y en círculos académicos. En varias de estas discusiones se dice que la selección de embriones dará lugar al comienzo de un nuevo linaje de personas diseñadas, de allí que en contextos mediáticos gusten de llamarles bebés de "diseño". Otros los ven como una opción viable para casos extraordinarios, como son los "hermanos salvadores". Otros más consideran que esto es un ejemplo de la comodificación de personas.[36] Sin embargo, estos argumentos pueden ser rebatidos.

[36] Brigitte Nerlich, Susan Johnson y David D. Clarke, "The First Designer Baby: The Role of Narratives, Clichés and Metaphors in the Year 2000 Media Debate", *Science as Culture* 12, núm. 4 (2003), pp. 471-498.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 213 11/10/16 3:33 PM

En los casos presentados, los embriones transferidos serían seleccionados de una cohorte de embriones, cada uno con una carga genética particular, generada de manera aleatoria y sin manipulación genética; se busca un embrión con ciertas características específicas pero no se busca generarlas mediante manipulación genética. Si se genera un embrión sano y compatible, seleccionar a éste y no otro ofrece la posibilidad de que una persona existente viva mejor, pero cabe la posibilidad de que los embriones generados no tengan las características deseadas (ya sea la histocompatibilidad, la existencia de un desorden genético o un sexo específico), como fue en el caso de los Hashmi y en el de los Masterton. Es en estos casos cuando el problema ético se complejiza, aunque no siempre de la misma manera. Si los embriones creados hubiesen presentado el desorden genético, habría habido menos controversia (aunque sí la habría) si no se transfiere ninguno. Sin embargo, no es lo mismo cuando se trata de embriones, que si bien están sanos, no son del sexo deseado o no son histocompatibles con el receptor. ¿Se puede, en estos casos, hablar de comodificación de la vida?

Cuando se habla de hermanas salvadoras se está socializando un propósito para tener el siguiente bebé. Es importante subrayar el hecho de la socialización porque en muchos casos hay razones y propósitos para tener hijos, pero no siempre son socializados. ¿Qué motiva a las personas a tener hijos? El trabajo realizado por investigadores sociales interesados en el tema de la reproducción asistida muestran un intrincado tejido de narrativas que justifican, explican y motivan el deseo de tener hijos.[37] Por ejemplo, elementos simbólicos como ligar generaciones de ancestros y descendientes, generar lazos especiales entre la pareja, dotar de sentido al matrimonio, la realización de sueños e "instintos" (tanto de hombres como de mujeres) y como una manera de trascender y dejar un legado. También aparecen razones económicas, sobre todo en contextos donde no hay asistencia

[37] Maya Unnithan-Kumar (ed.), *Reproductive Agency, Medicine and the State: Cultural Transformations in Childbearing*, Nueva York, Berghahn Books, 2004; Marcia Inhorn y Frank Van Balen (eds.), *Infertility Around the Globe. New Thinking on Childlessness, Gender, and Reproductive Technologies*, Berkeley, University of California Press, 2002; Margaret Lock y Patricia Kaufert (eds.), *Pragmatic Women and Body Politics*, Cambridge, Cambridge University Press, 1998; Sandra González-Santos, "The Sociocultural Aspects".

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 214 11/10/16 3:33 PM

social por parte del Estado. En estos casos, tener hijos es una manera de resolver el problema de tener quien provea de cuidados en la tercera edad, implica ayuda con el trabajo y con el ingreso familiar. Se encontraron también cuestiones políticas, como los ideales pronatalistas, cuestiones de género y maneras de distribuir la riqueza y el poder (en términos de la herencia, por ejemplo). Finalmente, en los casos en los que se buscaba un segundo o tercer hijo, muchos mencionan lo importante que es darles uno o varios hermanos a sus hijos existentes. En todos los casos estudiados, las personas narraban una mezcla heterogénea y dinámica de estas razones y lógicas. Si ponemos estas razones a dialogar con los casos aquí presentados, en donde la razón para concebir un bebé más era tener un hijo sano que además fuese donador para el existente, surge una perspectiva distinta. ¿En qué se distingue la razón que dan los padres de Zain o de Charlie para concebirlos de las razones que dan otras personas? ¿Acaso no todo bebé deseado, planeado y engendrado tiene un motivo? ¿Cómo puede el bienestar de Zain y Charlie y todos aquellos concebidos por estos mismos motivos (aunque no con estos mismos medios necesariamente) verse en peligro por ser deseados como donadores de los hijos ya existentes? Quizá la pregunta sea más bien: ¿cómo afecta la vida de uno, saber el motivo por el que fue concebido? ¿Acaso tiene derecho el Estado de intervenir en las decisiones reproductivas de sus ciudadanos?

EMBRIONES DONADOS

Ésta es la historia de Rosa y Gonzalo,[38] una pareja con más de seis años intentando tener hijos. Después de muchas consultas llegaron con una especialista en reproducción asistida y tras una serie de estudios les informaron que ambos presentaban problemas físicos que les impedían concebir. La especialista recomendó comenzar con inseminación artificial, pero no hubo éxito. Luego les sugirió utilizar embriones donados. En un principio esta opción les metía ruido (como decía ella), pero después de largas conversaciones concluyeron

[38] Sandra González-Santos, "The Sociocultural Aspects".

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 215 11/10/16 3:33 PM

que era mejor utilizar embriones donados que usar sólo un gameto donado, ya sea el óvulo o el esperma: Así cuando menos es parejo. El primer intento falló, pero en el segundo Rosa quedó embarazada de trillizos. Mientras mirábamos en la pantalla del ultrasonido los tres sacos embrionarios, Rosa y Gonzalo me comentaban que nadie en su familia sabía que estos "bebitos" provenían de embriones donados. Aunque ellos querían a sus bebés sin importar su procedencia, no podían saber cómo iban a reaccionar sus familiares y amigos. "Además –agrega Rosa– yo quiero ser quien les diga a mis hijos, una madre sabe cómo y cuándo decir este tipo de cosas. Yo quiero decirles y que ellos decidan a quién le cuentan; es su derecho." Durante toda su trayectoria por la reproducción asistida, Rosa fue registrando sus emociones, pensamientos, miedos y dudas en un diario. "Cuando considere pertinente, se los daré a mis hijos para que lo lean y conozcan la historia de su origen y vean que son mis hijos, no importa cómo fueron concebidos." Rosa expresaba gran admiración y agradecimiento por aquellas mujeres que donaban sus óvulos y embriones para que otras personas pudiesen ser madres y padres, pero ella no se creía capaz de hacerlo, "no podría saber que alguien más está cuidando a mis hijos".

En esta historia, el embrión donado brinda una solución al problema y deseo insatisfecho de tener hijos, al separar la reproducción biológica (que es donde se encuentra el problema) de la gestación y crianza. Esto implica muchas ventajas, así como problemas. Por ejemplo, implica un conflicto emocional y requiere de un fuerte y duro proceso de reconfiguración y reevaluación del papel de las relaciones biológica, genética y social, que comúnmente constituyen la relación filial entre madres/padres e hijos. Sin embargo, por las circunstancias, la donación de embriones también ofrece ciertas posibilidades. Coloca a los futuros padres en igualdad de circunstancias en términos de la relación genética con el futuro bebé y mantiene la experiencia del embarazo, lo cual implica poder participar en los rituales de preparación para la maternidad/paternidad. Estos rituales, así como el poder mantener en secreto el hecho de que no existe una relación genética entre madre/padre e hijos, facilita la aceptación del futuro hijo en el círculo social y permite respetar la privacidad de las historias de origen para que sean los hijos quienes decidan cuándo y a quién le cuentan su historia de origen.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 216 11/10/16 3:33 PM

Paralelo al caso de Rosa y Gonzalo conversé con cuatro donadoras de óvulos. Tres de ellas venían a donar de manera anónima y una venía con la pareja receptora. En todos los casos, las donadoras mencionaron, en algún punto de la conversación, que les motivaba saber que estaban ayudando a otra mujer a alcanzar su sueño de ser madre y dos de ellas agregaron que también lo hacían por el dinero. Todas aclaraban que para ellas no era esparcir hijos, como me lo explicó una mujer que donaba por tercera vez: "no son mis hijos, no son de mi sangre, es como donar un órgano para salvarle la vida a alguien. En este caso, es para ayudar a alguien para que logre lo que desea. Curiosamente, a diferencia de las donadoras, Rosa (que es receptora) consideró que no sería capaz de donar, ya que tratándose de sus propios óvulos, sentiría que sí serían sus hijos. Sin embargo, con el embrión donado lo asimiló de otra manera; esto sugiere que la gestación permite que el embrión donado sea incorporado y asimilado como propio.

Estas historias son ejemplo de cómo, en el contexto de la reproducción asistida, las personas hacen una negociación, una ponderación y un balance de sus creencias (sobre parentesco y familia), deseos (de ser padres) y posibilidades (biológicas, económicas y sociales) para lograr un fin (tener hijos). En el caso de la donación de embriones, se sacrifica la relación genética con el futuro hijo, mientras que en la subrogación se sacrifica la gestación. Al final, en ambos casos, el futuro bebé es considerado hijo o hija de las personas que están movilizando todo. Esto muestra cómo, cuando menos en los casos de RA, la relación filial está más anclada en lo simbólico que en lo biológico.

EMBRIONES EN DISPUTA

Desde 1986, la congelación de embriones se ha convertido en un paso posible (y ahora común) dentro de ciertos esquemas de RA.[39] En términos generales, se recurre a esta práctica cuando se han generado más embriones por ciclo de los que se pueden transferir, cuando se busca hacer la transferencia en un ciclo distinto

[39] *Criopreservación* es el término técnico.

en el que fueron generados o cuando se va a hacer una pausa en el tratamiento. Hay quienes ven en esta práctica una garantía que les permitirá tener oportunidades de intentar lograr el embarazo o como estrategia para preservar la fertilidad cuando se sabe que ésta se verá comprometida, como en casos de tratamientos oncológicos. Otros la ven como una manera más económica y menos invasiva de buscar el número de hijos que se desea, ya que al poder congelar embriones, los ciclos subsecuentes ya no implican estimulación ovárica ni la fecundación *in vitro*; sólo se tiene que hacer la transferencia de embriones,[40] y para otros es una solución (temporal) al problema de qué hacer con los embriones restantes, sobre todo cuando consideran que los embriones no deben ser desechados.

Pero la práctica de congelar embriones también puede resultar problemática. Por ejemplo, cuando los dueños dejan de hacerse responsables de ellos, cuando hay disputas entre ellos o cuando una clínica cierra. ¿Qué se hace en estos casos? ¿Quién tiene derechos sobre los embriones? Esto resulta problemático tanto en países donde no hay legislación, porque no hay nada que respalde las acciones de los implicados, como donde sí la hay, porque estas legislaciones limitan el número de años que pueden pasar congelados los embriones. Una vez pasado este tiempo, los embriones tienen que ser transferidos a un útero, donados a la ciencia para investigación o desechados, dependiendo de cada país y cada caso.

En 2001 Natalie y Howard, una pareja del Reino Unido,[41] decidieron utilizar la combinación de la FIV y la congelación de embriones como estrategia para preservar la fertilidad, ya que Natalie iba a someterse a un tratamiento oncológico que implicaba perder sus ovarios dejándola infértil. Lograron generar seis embriones que congelaron, pero en 2002 Natalie y Howard se separaron y Howard retiró su consentimiento para que los embriones fueran posteriormente transferidos al útero de Natalie; temiendo que si usaba sus embriones le reclamaría responsabilidad sobre los hijos. Pero Natalie quería ser madre y veía en estos

[40] Roberts, "Extra Embryos".

[41] La ley en el Reino Unido estipula que es necesario el consentimiento de todos los involucrados cuando se realizan procedimientos de reproducción asistida y que se puede mantener embriones congelados hasta por cinco años, posteriormente se tienen que destruir.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 218 11/10/16 3:33 PM

embriones su única y última oportunidad de tener hijos genéticamente relacionados con ella. Por ello, en 2002 llevó el caso a la corte local y eventualmente a la corte europea de derechos humanos (en 2005). En los juicios, ella argumentaba que si Howard ya había dado su consentimiento, no se le debía permitir cambiar de opinión y consideraba injusto que la ley le diera a Howard el derecho de veto.[42] Natalie y sus abogados utilizaron argumentos con los cuales ponían al embrión *in vitro* a la par del embrión *in utero* y en otros momentos a la par de un bebé nacido. Decían que si se tratase de un embrión *in utero*, no le podían pedir a Natalie que abortara, simplemente porque Howard cambió de opinión respecto a tener un hijo con ella, y si se tratase de un bebé nacido, esto sería un debate sobre la custodia del bebé, no sobre si se le dejaba vivir o no. Pero, como vemos, un embrión *in vitro* no es igual que un embrión *in utero*, ni que un bebé nacido. Aunque el debate estuvo enmarcado en el argumento del derecho a la familia –el derecho de Natalie a ser madre y el derecho de Howard a no ser padre con Natalie– aquí me interesa centrar la atención en cómo el embrión *in vitro* posibilitó que este debate se diera de tal manera.

El embrión *in vitro* se distingue del embrión *in utero* porque se conforma a partir de otro tipo de relaciones, despliega otro tipo de accidentes y genera otro tipo de posibilidades. Al ser un embrión generado *ex utero*, más personas están implicadas en su creación y en su devenir, el cual es incierto, multiposible (transferido a Natalie, donado a otra pareja, donado a la ciencia, criopreservado *ad infinitum*, descongelado y descartado) y objeto de debates sobre los cuales tenemos pocos antecedentes. Un embrion *in vitro* permite que Howard tenga una opinión con efectos reales sobre qué hacer con él y permite que esta opinión cambie. Al estar fuera de Natalie, se puede cambiar el devenir de los embriones sin necesidad de acceder al cuerpo de Natalie, como sucedería con el aborto. Con este caso también podemos ver el carácter público del embrión *in vitro*, vemos cómo se vuelve objeto de interés para muchos actores (la pareja,

[42] Clare Dyer y Karen McVeigh, "Woman Loses Battle to Use Frozen Embryos Created With Her Ex-Fiance", *The Guardian*, Disponible en http://www.theguardian.com/society/2007/apr/11/health.medicineandhealth1. Consultado el 11 de abril de 2007.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 219 11/10/16 3:33 PM

la clínica, el gobierno, las organizaciones civiles), cómo todos emiten su opinión sobre el devenir de estos embriones y cómo resulta que las autoridades tienen más poder sobre ellos que quienes solicitaron su generación (Howard y Natalie). Aunque en un principio todos los implicados coincidían en que estos embriones fueron creados como garantía de una futura familia y eran pensados en términos de su devenir hijos, con el cambio en las relaciones entre algunos de los que los generaron, esta coincidencia se rompió. Mientras que para Natalie estos embriones eran la esperanza de ser madre, para Howard se convirtieron en un lazo de unión con Natalie quien ya no le interesaba y aunque no perdieron su cualidad de ser sus hijos, ahora se volvieron hijos que no quería tener. Para los abogados, eticistas y académicos, se convirtieron en objetos de interés legal, ético, filosófico y socioantropológico porque implicaban una reconfiguración en las estructuras y narrativas culturales en todos sus aspectos: legal, ético, moral, familiar, etc. En 2007 la Corte Europea de Derechos Humanos, compuesta por 17 jueces, concluyó (13 a cuatro) que, al no contar con el consentimiento de Howard, Natalie no podía transferirse los embriones y que por ende serían desechados. Resulta interesante pensar qué hubiera pasado, si hubiese sido Howard quien solicitara utilizar los embriones para implantarlos en otra mujer y para criarlos en otro contexto familiar. ¿Qué tipo de debates, afectos y emociones hubiera generado esta situación?

Según datos estimados, en 1996 había 56 000 embriones congelados en el Reino Unido, 71 176 en Nueva Zelanda y Australia en el 2000 y aproximadamente 400 000 en EUA en 2003, de los cuales sólo 2% fueron donados a la ciencia.[43] Para algunos, la decisión de qué hacer con los embriones congelados se toma enfatizando la idea de que un embrión humano es una vida humana y como tal debe ser cuidado y conservado; si es necesario, se transfiere a otra familia, pero no se desecha.[44] Aquellas personas que miran a los embriones

[43] David I. Hoffman *et al.*, "Cryopreserved Embryos in the United States and Their Availability for Research", *Fertility and Sterility* 79, núm. 5 (2003), pp. 1063-1069. DOI: 10.1016/S0015-0282(03)00172-9.

[44] Roberts, "Extra Embryos".

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 220 11/10/16 3:33 PM

desde esta perspectiva, buscan congelarlos o donarlos a otra familia. En estos casos es importante que sobrevivan, que se desarrollen y que continúen su ciclo, aun si sus gestantes ya no son parte de su historia. En este sentido, congelarlos es darles la oportunidad de encontrarles una familia que los adopte. Para otras personas lo crucial es que son miembros del clan familiar, con el cual se comparte un lazo biológico al igual que uno afectivo.[45] En este sentido, el embrión debe ser procurado, debe ser cuidado y debe permanecer dentro del círculo familiar. Esta perspectiva problematiza la circulación de embriones entre familias –a través de prácticas de donación–, así como las prácticas de congelación. La congelación y la donación resultan problemáticas porque implican dejar al embrión fuera del cuidado familiar. El punto central de esta lógica no radica primordialmente en la cuestión de si es o no un individuo de facto o en potencia, sino en el hecho de que es miembro de una familia específica, volviéndolo intransferible entre familias. En este contexto, es muy importante saber el paradero de un miembro de la familia y ser parte de su historia. Para muchos, el temor de que sus embriones terminen formando parte de otra familia o de "un día encontrarme a mi hijo en la calle" es suficiente para preferir no criopreservarlos.[46] Pero también hay quienes consideran donarlos a otros contextos una opción viable. Estos embriones viajan a otros espacios y por ello los llamo "embriones viajeros".

EMBRIONES VIAJEROS

Un paradero para estos embriones viajeros puede ser el espacio de investigación biomédica, donde adquieren un nuevo propósito, por ejemplo, contribuir a mejorar los protocolos de reproducción asistida,[47] al estudio sobre desórdenes genéticos o al desarrollo de líneas de células madres. Para la investigación,

[45] *Idem*.

[46] *Idem*.

[47] Natalie J. Hannan *et al*., "Models for Study of Human Embryo Implantation: Choice of Cell Lines?", *Biology of Reproduction* 82, núm. 2 (2010), pp. 235–245. DOI: 10.1095/biolreprod.109.077800.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 221 11/10/16 3:33 PM

es necesario dejar que el embrión *in vitro* se desarrolle hasta catorce días post fecundación, porque es cuando aparecen dos cúmulos de células: la masa celular interna que daría lugar al embrión y el conjunto de células que daría lugar a la placenta. Para generar células madre se toman las células de la masa celular interna. Estas células se transfieren a medios de cultivo para generar distintos tipos de tejidos. Así, el embrión *in vitro* se transforma, se desmembra, cambia de constitución, de forma y de espacio. Partes de él se convierten en una línea celular con la potencia de devenir en cualquier tipo de célula. Pero aun cuando ha perdido su forma y constitución, aun cuando ha dejado de ser embrión y pasa a ser un cúmulo de células madre, para muchos no ha perdido su carga simbólica y sigue siendo considerado un embrión humano. De allí la gran controversia que genera utilizar células madre provenientes de embriones *in vitro* en la investigación.[48]

Pero hay otros embriones *in vitro*, unos pocos, que viajan a otros contextos, por ejemplo, al de una galería. En la década de los noventa, Helen Chadwick, una artista conceptual feminista preocupada por explorar la imagen de la mujer, del cuerpo y la carne, realizó el proyecto *Body Visual*. Como parte de este proyecto, llevó a cabo una especie de etnografía de laboratorio en una clínica de infertilidad de Londres.[49] Entre todo lo que allí observó y escucho, le llamó particularmente la atención el destino de los embriones que no iban a ser transferidos a un útero. Esto la llevó a pedirle a los usuarios de reproducción asistida, que cuando hubiesen terminado con estas biotecnologías, le donaran sus embriones *in vitro* restantes para su trabajo artístico. Después de obtener su consentimiento, los colocaba en una sustancia que detenía su desarrollo y permitía fotografiarlos.

De esta experiencia emerge *Unnatural Selection*, un trabajo en el que reflexiona sobre el devenir de los embriones cuando son creados como resultado

[48] Brian Salter y C. Salter, "Bioethics and the Global Moral Economy: The Cultural Politics of Human Embryonic Stem Cell Science", *Science, Technology & Human Values* 32, núm. 5 (2007), pp. 554-581. DOI: 10.1177/0895904805303202.

[49] La etnografía de laboratorio es un tipo de observación participante que permite seguir de cerca el proceso de la reproducción asistida.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 222 11/10/16 3:33 PM

de la reproducción asistida. Una pieza de esta serie es *monstrance* (que en español se traduce como custodia u ostensorio), una fotografía de siete embriones. En el contexto cristiano, el ostensorio es una pieza de oro donde se coloca la hostia consagrada. Recordemos que es mediante la consagración que un lugar u objeto se vuelve sagrado; es cuando se realiza la transustanciación donde todo "pan" se convierte en cuerpo de Cristo y todo "vino" en sangre de Cristo. Con esta pieza, Chadwick presenta a los embriones como un objeto secular de veneración. El embrión se convierte en algo sagrado, en vida, a la vez que proviene de algo profano, la tecnología.[50] Ahora los siete embriones fotografiados son vistos por todos. De esta manera les dio vida a los embriones que no fueron seleccionados para ser transferidos, una vida simbólica-artística. Asimismo, esta pieza nos recuerda que cuando una persona o pareja dona sus embriones a otra pareja o a la comunidad científica, el embrión pasa también por una suerte de transustanciación: pasan de ser "mis embriones-hijos", a ser "embriones de un donador anónimo", a ser de nuevo "mis embriones-hijos" pero provenientes de alguien más, o a ser "embriones generadores de líneas celulares".[51]

EMBRIONES CLONADOS Y EMBRIONES HÍBRIDOS

Hasta el momento sólo hemos hablado de embriones generados en el contexto reproductivo, pero hay otras maneras de producir embriones *in vitro* viables para ser usados en contextos de investigación básica y que generan otro tipo de controversias, por ejemplo la partenogénesis y la clonación terapéutica.

En 2007 se reportó la partenogénesis de óvulos no fertilizados,[52] que implica activar químicamente un óvulo para que se divida y forme un em-

[50] Franklin, "The Cyborg Embryo".

[51] *Idem*.

[52] Paul A. de Sousa y Ian Wilmut, "Human Parthenogenetic Embryo Stem Cells: Appreciating What You Have When You Have It", *Cell Stem Cell* 1, núm. 3 (2007), pp. 243-244. DOI: 10.1016/j.stem.2007.08.006; Nikolay Turovets *et al*., "Derivation of Human

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 223 11/10/16 3:33 PM

brión, que en este caso se conoce como partenote. Se ha visto que el partenote tiene propiedades pluripotenciales como las células madre tomadas de embriones producidos mediante fecundación y además presenta menos reacción inmunológica. Como no contiene información genética proveniente del esperma que le permita generar la placenta, es improbable que pueda desarrollarse hasta formar un ser completo.

En 2009 y 2013 se logró producir células embrionarias humanas a partir de la transferencia nuclear de una célula somática,[53] dando lugar a lo que también se conoce como embriones clonados.[54] La técnica de transferencia nuclear implica tomar el núcleo de una célula somática (por ejemplo de la piel), insertarla en el cuerpo de un óvulo, al cual previamente se le quitó el núcleo, y estimularla para que se comience a desarrollar. Este tipo de técnica produce células que son histocompatibles con el donador de la célula somática. Esto significa que pueden ser usadas para generar tejidos, órganos o ser transplantadas para restaurar áreas dañadas sin riesgo a ser rechazadas. La clonación terapéutica puede ser usada en medicina regenerativa, así como para generar líneas celulares de ciertas enfermedades y así probar distintos medicamentos.

El problema con ambos procedimientos es que siguen requiriendo óvulos extraídos de mujeres, lo cual conlleva, por un lado, una estimulación ovárica por medo de la administración de hormonas y la extracción de los óvulos mediante un procedimiento quirúrgico, y por el otro –y a raíz de lo anterior– debates morales sobre el uso del cuerpo de una mujer para investigación. Una

Parthenogenetic Stem Cell Lines", *Methods in Molecular Biology* 767 (2011): 37-54. DOI: 10.1007/978-1-61779-201-4_4.

[53] Jianyuan Li *et al*., "Human Embryos Derived by Somatic Cell Nuclear Transfer Using an Alternative Enucleation Approach", *Cloning and Stem Cells* 11, núm. 1 (2009), pp. 39-50. DOI: 10.1089/clo.2008.0041. M. Tachibana *et al*., "Human Embryonic Stem Cells Derived by Somatic Cell Nuclear Transfer", *Cell* 154, núm. 2 (2013):465–6. http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2013.05.006.

[54] Alan Trounson y Natalie DeWitt, "Pluripotent Stem Cells from Cloned Human Embryos: Success at Long Last", *Cell Stem Cell* 12, núm. 6 (2013), pp. 636-863. DOI: 10.1016/j.stem.2013.05.022.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 224 11/10/16 3:33 PM

solución que se sugirió para evitar estos problemas fue la generación de embriones híbridos.

En el 2008 la BBC anunció la creación de un embrión híbrido transespecie, parte humano (núcleo tomado de una célula somática) parte vaca (cuerpo celular), generado mediante la técnica de transferencia nuclear. El propósito de esto, decían los implicados, era generar líneas celulares para poder probar la eficacia de ciertos medicamentos contra enfermedades como el Parkinson, Alzheimer y otros desórdenes neurológicos, y así acelerar el paso de la investigación molecular a la terapéutica. Este tipo de investigación se había visto problematizada por las implicaciones derivadas de obtener óvulos humanos y los debates en torno a la investigación en embriones humanos. Estos embriones *in vitro* transespecie venían a resolver este problema.[55] Para formar estas líneas celulares no se requieren de los óvulos o embriones humanos y los embriones que se generan no son considerados totalmente humanos. En términos genéticos, son descritos como 99.9% humanos, ya que el ADN nuclear es humano y sólo el ADN mitocondrial es de vaca. Al no ser embriones 100% humanos, pueden ser usados en protocolos de investigación que no eran aptos como embriones humanos. Además, como son embriones creados con fines de investigación sobre ciertas enfermedades y la eficacia de ciertos compuestos químicos, su transferencia a un útero está fuera del interés de sus creadores. Finalmente, con esto ya no se tendría que recurrir a la experimentación en animales, que es considerada cruel y antiética. Sin embargo, hay quienes cuestionan la seguridad, viabilidad y utilidad de los hallazgos de investigaciones hechas con estos embriones transespecie para casos de enfermedades en humanos.

[55] James Porter *et al*., "On Being a (Modern) Scientist: Risks of Public Engagement in the UK Interspecies Embryo Debate", *New Genetics and Society* 31, núm. 4 (2012), pp. 408-23. DOI: 10.1080/14636778.2012.687138; Z. Beyhan, A. E. Iager y José B. Cibelli, "Interspecies Nuclear Transfer: Implications for Embryonic Stem Cell Biology", *Cell Stem Cell* 1, núm. 5 (2007), pp. 502-512. DOI: 10.1016/j.stem.2007.10.009.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 225 11/10/16 3:33 PM

CONCLUSIONES SOBRE LAS TRANSUSTANCIACIONES DEL EMBRIÓN *IN VITRO*

Una imagen condensada de la imaginación y la realidad material.

Franklin

A lo largo de este trabajo usé las nociones de *cyborg* y de transustanciación como herramientas de análisis para resaltar el cambio material y simbólico por el que pasa el embrión *in vitro* en las distintas relaciones que lo generan. Estas nociones nos permitieron pensar en los distintos espacios en los que surge el embrión *in vitro* (el laboratorio, la clínica, la institución académica); espacios que son a la vez experimentales, terapéuticos, comerciales y para algunos, espirituales y llenos de esperanza; nos ayudaron a ver cómo este embrión transita entre imaginarios científicos, políticos y familiares, entre espacios tecnológicos (de la placa de Petri a la pipeta) y biológicos (de la pipeta al útero), y entre devenires planeados, accidentales y hasta inimaginables.

Intenté mantener la mirada puesta sobre las relaciones y procesos, y no sobre el objeto, para así poder mostrar cómo el embrión *in vitro* se (re)configura en cada caso: cuando es la actualización de un deseo de ser madre/padre, cuando es un triunfo biotecnológico, cuando es un bioartefacto capaz de crear vida, cuando es un sujeto al que se le asignan derechos o cuando es un híbrido tecnobiológico al cual le dedicamos nuestra atención académica. Cabe mencionar que se quedaron algunas configuraciones de embriones *in vitro* fuera de mi campo de visión, por ejemplo, los que se trafican en el mercado negro o los que se están proponiendo como resurrectores de vidas extintas.[56]

Lo que estas historias y reflexiones sugirieron fue que el embrión no es una categoría fija ni una entidad estable, es un nodo de relaciones en constante

[56] Stewart Brand, "The Dawn of De-Extinction. Are You Ready?", grabado en febrero de 2013, video TED (18:24). Disponible en http://www.ted.com/talks/stewart_brand_the_dawn_of_de_extinction_are_you_ready?

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 226 11/10/16 3:33 PM

transformación que modifican aquello con lo que se relaciona, pero sobre todo mostró que es un nodo sumamente potente, capaz de reconfigurar las relaciones de parentesco en sus aspectos temporales, biológicos, sociales y genéticos; de reescribir la historia de quiénes somos como seres humanos, similar a como lo hizo antes la visión heliocéntrica, la teoría de la evolución y el gen,[57] y de (re)ubicar nuestro principio de existencia en un momento particular pero no universal (la fecundación *in vitro*, la inyección intracitoplasmática de espermatozoides, la transferencia al útero, la fusión nuclear, etc.). En este sentido, el embrión *in vitro* es un punto de entrada para pensar y discutir las vidas artefactuales y cyborgeanas que estamos creando mediante las biotecnologías contemporáneas,[58] vidas que necesitan ser pensadas, repensadas, imaginadas y experimentadas desde diversos ángulos y de manera crítica porque al final del día son el tipo de vida en el que nos podemos convertir.

El embrión *ex utero* es el embrión de la reproducción asistida.

Es un embrión que se convierte en *in vitro*.

Es fuente de vida (si va a ser un bebé).

Es materia prima (cuando genera líneas celulares).

Es esperanza (de un hijo, de un tejido, de un animal revivido).

Es un pretexto (para el arte).

Es información (cuando se experimenta con él).

Es un sujeto medicalizable (cuando se diagnostica).

Es un sujeto de la legalidad (y de disputas sobre propiedad).

Es generador de identidad (yo fui concebido con IVF, IUI).

Es un objeto paranatural, fronterizo entre lo sagrado y lo profano, entre lo animal y lo maquínico.

Es vida sin coito, sin sexo, sin intercambio,

Es...

[57] Franklin, "The Cyborg Embryo".
[58] Haraway, *Simians*.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 227 11/10/16 3:33 PM

BIBLIOGRAFÍA

Barritt, Jason A., Carol A. Brenner, Henry E. Malter y Jacques Cohen, "Mitochondria in Human Offspring Derived from Ooplasmic Transplantation: Brief Communication", *Human Reproduction* 16, núm. 3 (2001), pp. 513-516. DOI: 10.1093/humrep/16.3.513.

Bateman Novaes, Simone, y Tania Salem, "Embedding the Embryo", en J. Harris y S. Holm (eds.), *The Future of Human Reproduction. Ethics, choice and regulation*. Oxford, Oxford University Press, 1998.

Beyhan, Z., A. E. Iager y José B. Cibelli, "Interspecies Nuclear Transfer: Implications for Embryonic Stem Cell Biology", *Cell Stem Cell* 1, núm. 5 (2007), pp. 502-12. DOI: 10.1016/j.stem.2007.10.009.

Brand, Stewart, "The Dawn of De-Extinction. Are You Ready?", video TED, (18:24). Disponible en http://www.ted.com/talks/stewart_brand_the_dawn_of_de_extinction_are_you_ready?. Grabado en febrero de 2013

Brown, Rachel, "UK Government Plans to Legalise Mitochondrial Replacement for IVF", *BioNews*. Disponible en http://www.bionews.org.uk/page_439970.asp. Consultdo el 24 de julio de 2014.

Callon, Michel, "Some Elements of a Sociology of Translation: Domestication of the Scallops and the Fishermen of St Brieuc Bay", en John Law (ed.), *Power, Action and Belief: a New Sociology of Knowledge?*, Londres, Routledge, 1986, pp. 196-229.

Carlson, Robert H., *Biology Is Technology. The Promise, Peril, and New Business of Engineering Life,* Cambridge, Harvard University Press, 2010.

Chan, Siobhan, "Government is Misleading Public About Mitochondrial Donation, Claim Scientists". *BioNews*. Disponible en http://www.bionews.org.uk/page_442199.asp. Consultado el 4 de agosto de 2014.

Cohen, J., R. Scott, T. Schimmel, J. Levron y S. Willadsen, "Birth of Infant After Transfer of Anucleate Donor Oocyte Cytoplasm Into Recipient Eggs", *The Lancet* 350, núm. 9072 (1997), pp. 186-187. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(05)62353-7.

Cosgrove, Ben, "'Drama of Life Before Birth': Lennart Nilsson's Landmark 1965 Photo Essay", *Time*, 4 de marzo de 2013. Disponible en http://life.time.com/culture/drama-of-life-before-birth-landmark-work-five-decades-later/#1.

Dale, Brian, Martin Wilding, G. Botta, M. Rasile, M. Marino, L. D. Matteo, G. De Placido *et al*., "Pregnancy After Cytoplasmic Transfer in a Couple Suffering from Idiopathic Infertility. Case Report", *Human Reproduction 16*, núm. 7 (2001), pp. 1469-1472. DOI: 10.1093/humrep/16.7.1469.

Dyer, Clare, y Karen McVeigh, "Woman Loses Battle to Use Frozen Embryos Created with Her Ex-Fiance", *The Guardian*. Disponible en http://www.theguardian.com/society/2007/apr/11/health.medicineandhealth1. Consultado el 11 de abril de 2007.

Echeverría, Javier, *La revolución tecnocientífica*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 2003.

Franklin, Sarah, *Embodied Progress: A Cultural Account of Assisted Conception*, Oxford-Nueva York, Routledge, 1997.

———, "The Cyborg Embryo: Our Path to Transbiology", *Theory, Culture & Society* 23, núm. 7-8 (2006), pp. 167-187. DOI: 10.1177/0263276406069230.

———, *Biological Relatives: IVF, Stem Cells, and the Future of Kinship,* Durham, Duke University Press, 2013.

Furse, Anna, "Art of A.R.T.", *Gender Forum. An Internet Journal for Gender Studies* 6 (2003). Disponible en http://www.genderforum.org/issues/anybodys-concerns-i/art-of-art/

González-Santos, Sandra P., "The Sociocultural Aspects of Assisted Reproduction in Mexico", tesis de doctorado, University of Sussex, Sussex, 2011.

Grobstein, Clifford, "External Human Fertilization", *Scientific American* 240, núm. 6 (1979), pp. 57-67.

Hannan, Natalie J., Premila Paiva, Evdokia Dimitriadis y Lois A. Salamonsen, "Models for Study of Human Embryo Implantation: Choice of Cell Lines?", *Biology of Reproduction* 82, núm. 2 (2010), pp. 235-245. DOI: 10.1095/biolreprod.109.077800.

Haraway, Donna, *Manifiesto para cyborgs. Ciencia, tecnología y feminismo socialista a finales del siglo XX*, Mar del Plata, Puente Aéreo, 2014.

———, *Simians, Cyborgs, and Women: The Reinvention of Nature,* Nueva York, Routledge, 1988.

Hoeyer, Klaus, Sniff Nexoe, Mette Hartlev y Lene Koch, "Embryonic Entitlements: Stem Cell Patenting and the Co-production of Commodities and Personhood", *Body Society* 15, núm. 1 (2009), pp. 1-24.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 229 11/10/16 3:33 PM

Hoffman, David I., Gail L. Zellman, C. Christine Fair, Jacob F. Mayer, Joyce G. Zeitz, William E. Gibbons y Thomas G. Turner Jr., "Cryopreserved Embryos in the United States and Their Availability for Research", *Fertility and Sterility* 79, núm. 5 (2003), pp. 1063-1069. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/S0015-0282(03)00172-9.

Huxley, Andrew, "Research and the Embryo", *New Scientist* 11 (1985): 2.

Inhorn, Marcia, y Frank Van Balen (eds.), *Infertility Around the Globe. New Thinking on Childlessness, Gender, and Reproductive Technologies,* Berkeley, University of California Press, 2002.

Knoepfler, Paul, "Open Letter to UK Parliament: Avoid Historic Mistake on Rushing Human Genetic Modification", *BioNews,* 24 de noviembre de 2014. Disponible en http://www.bionews.org.uk/page_472759.asp.

Law, John, "Actor Network Theory and Matrial Semiotics", en Bryan S. Turner (ed.), *The New Blackwell Companion to Social Theory*, Oxford, Blackwell, 2008, pp. 141-158.

Li, Jianyuan, X. Liu , H. Wang, S. Zhang, F. Liu, X. Wang y Y. Wang, "Human Embryos Derived by Somatic Cell Nuclear Transfer Using an Alternative Enucleation Approach", *Cloning and Stem Cells* 11, núm. 1 (2009), pp. 39-50. DOI: 10.1089/clo.2008.0041.

Lock, Margaret, y Patricia Kaufert (eds.), *Pragmatic Women and Body Politics,* Cambridge, Cambridge University Press, 1998.

Marks, Nicola, "Cyborg Stem Cells in Public: Deconstructing and Taking Responsability for Categorizations", *New Genetics and Society* 13, núm. 4 (2012), pp. 359-384. Disponible en http://dx.doi.org/10.1080/14636778.2012.662063.

Mitchell, Barry, y Ram Sharma, *Embryologie*, París, Elsevier Masson, 2005.

Mol, Annemarie, *The Body Multiple: Ontology in Medical Practice,* Durham, Duke University Press, 2002.

Morgan, Lynn, "Embryo Tales", en Sarah Franklin y Margaret Lock (eds.), *Remaking Life and Death: Toward an Anthropology of the Biosciences*, pp. 261-291. Santa Fe: School of American Research Press, 2003.

Morrow, Ted, "Myth Replacement Therapy: MPs Debate the Science of Mitochondria", *BioNews*. Disponible en http://www.bionews.org.uk/page_451856.asp. Consultado el 8 de septiembre de 2014.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 230 11/10/16 3:33 PM

Mulkay, Michael, "Science and Family in the Great Embryo Debate", *Sociology* 28, núm. 3 (1994):699-715. Disponible en http://www.jstor.org/stable/42855453.

———, "Frankenstein and the Debate Over Embryo Research", *Science Technology & Human Values* 21 (1996), pp. 157. DOI: 10.1177/016224399602100202.

Nerlich, Brigitte, Susan Johnson y David D. Clarke, "The First 'Designer Baby': The Role of Narratives, Clichés and Metaphors in the Year 2000 Media Debate", *Science as Culture* 12, núm. 4 (2003), pp. 471-498.

Nilsson, Lennart, Axel Ingelman-Sundberg y Claes Wirsen, *A Child is Born: The Drama of Life Before Birth in Unprecedented Photographs: A Practical Guide for the Expectant Mother*, Nueva York, Dell, 1966.

Nuffield Council on Bioethics, "Launch Seminar Presentations". Disponible en http://nuffieldbioethics.org/project/mitochondrial-dna-disorders/launch-seminar-presentations/.

Petchey, Louisa, "Conservative MP says Mitochondrial Donation will Produce 'Genetically Modified Children'", *BioNews*. Disponible en http://www.bionews.org.uk/page_405551.asp. Consultado el 17 de marzo de 2014.

Porter, James, Clare Williams, Steven Wainwright y Alan Cribb, "On Being a (Modern) Scientist: Risks of Public Engagement in the UK Interspecies Embryo Debate", *New Genetics and Society* 31, núm. 4 (2012), pp. 408-423. DOI: 10.1080/14636778.2012.687138.

Pritchard, Charlotte, "The Girl with Three Biological Parents", *BBC News*. Disponible en http://www.bbc.com/news/magazine-28986843. Consultado el 1 de septiembre de 2014.

Roberts, Elizabeth, "Extra Embryos: The Ethics of Cryopreservation in Ecuador and Elsewhere", *American Ethnologist* 34, núm. 1 (2007), pp. 181-199. DOI: 10.1525/ae.2007.34.1.181.

Saint John, Justin C., "Ooplasm Donation in Humans. The Need to Investigate the Transmission of Mitochondrial DNA Following Cytoplasmic Transfer", *Human Reproduction* 17, núm. 8 (2002), pp. 1954-1958. DOI: 10.1093/humrep/17.8.1954.

Salter, Brian, y C. Salter, "Bioethics and the Global Moral Economy: The Cultural Politics of Human Embryonic Stem Cell Science", *Science, Technology & Human Values* 32, núm. 5 (2007), pp. 554-581. DOI: 10.1177/0895904805303202.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 231 11/10/16 3:33 PM

Servick, Kelly, "Unsettled Questions Trail IVF's Success", *Science* 345, núm. 6198 (2014), pp. 744-746. DOI: 10.1126/science.345.6198.744.

Sousa, Paul A. de, y Ian Wilmut, "Human Parthenogenetic Embryo Stem Cells: Appreciating What You Have When You Have It", *Cell Stem Cell 1*, núm.3 (2007), pp. 243-244. DOI: 10.1016/j.stem.2007.08.006.

Tachibana, Masahito, P. Amato, M. Sparman, N. M. Gutierrez, R. Tippner-Hedges, H. Ma, E. Kang *et al*., "Human Embryonic Stem Cells Derived by Somatic Cell Nuclear Transfer", *Cell* 154, núm. 2 (2013), pp. 465-456. Disponible en http://dx.doi.org/10.1016/j.cell.2013.05.006.

Thompson, Charis, *Making Parents: The Ontological Choreography of Reproductive Technologies*, Cambridge, the MIT Press, 2005.

Trounson, Alan, y Natalie DeWitt, "Pluripotent Stem Cells from Cloned Human Embryos: Success at Long Last", *Cell Stem Cell* 12, núm. 6 (2013), pp. 636–638. DOI: 10.1016/j.stem.2013.05.022.

Turovets, Nikolay, Andrey Semechkin, Leonid Kuzmichev, Jeffrey Janus, Larisa Agapova y Elena Revazova, "Derivation of Human Parthenogenetic Stem Cell Lines", *Methods in Molecular Biology* 767 (2011), pp. 37-54. DOI: 10.1007/978-1-61779-201-4_4.

Turnbull, Doug, "Respuesta para el Consejo de Bioética de Nuffield", *Bioethics on Emerging Techniques to Prevent Inherited Mitochondrial Disorders: Ethical Issues*, 2012. Disponible en http://nuffieldbioethics.org/wp-content/uploads/Mitochondrial_donation_evidence_ProfTurnbull.pdf.

Unnithan-Kumar, Maya (ed.), *Reproductive Agency, Medicine and the State: Cultural Transformations in Childbearing*, Nueva York, Berghahn Books, 2004.

Waldby, Caroline, y Susan Squier, "Ontogeny, Ontology, and Phylogeny: Embryonic Life and Stem Cell Technologies", *Configurations* 11, núm. 1 (2003), pp. 27-46. DOI: 10.1353/con.2004.0015.

Zegers-Hochschild, Fernando, Juan Enrique Schwarze, Javier A. Crosby, Carolina Musri y Maria do Carmo Borges de Souza, "Assisted Reproductive Technologies (ART) in Latin America: The Latin American Registry 2011", JBRA *Assisted Reproduction* 17 (2013), pp. 216-223. DOI: 10.1093/humrep/dep343.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 232 11/10/16 3:33 PM

LA PSIQUE: UN BIOARTEFACTO

*Rosaura Martínez Ruiz**

El 20 de octubre de 1895 Freud escribe a su amigo Fliess una carta donde le dice: "Pareció que todo se armaba, los engranajes empalmaron, se tuvo la impresión de que ahora la cosa era efectivamente una *máquina* y echaría a andar por sí sola enseguida".[1] Se refería a uno de sus primeros diseños ficcionales del aparato psíquico en los que piensa la psique como una máquina. El itinerario freudiano metafórico-tecnológico es largo y productivo. Desde el *Proyecto de psicología* (1895), seguido de la carta número 52 (fechada el 6 de diciembre de 1896 y también dirigida a Wilhelm Fliess) y el capítulo VII de *La interpretación de los sueños* (1900), hasta la *Nota sobre la pizarra mágica* (1925), Freud echa mano de analogías mecánicas para explicar el funcionamiento del aparato psíquico. Pero además, el insistente uso de estas analogías no responde exclusivamente a una intención pedagógica ni a la necesidad de transmitir un saber todavía en formación, sino que da cuenta del diseño mecánico que el mismo Freud daba a un aparato que, podemos decir, era exclusivamente "producto de su imaginación", pues, como explica en *La interpretación de los sueños*, no se trataba del estudio de ninguna zona del sistema nervioso central.

La psique tiene lugar (atópico, por supuesto) en el "entre" de la materia del cuerpo.[2] Dice Freud también en *La interpretación de los sueños*:

> […] representaciones, pensamientos y, en general, productos psíquicos no pueden ser localizados dentro de elementos orgánicos del sistema nervioso, sino, por así decir, entre ellos, donde resistencias y facilitaciones constituyen su correlato. Todo lo que puede ser objeto de nuestra percepción interior es *virtual*

* Facultad de Filosofía y Letras-UNAM.

1 Sigmund Freud, Carta 78 (20/X/95), en *Cartas a Wilheim Fliess (1887-1904)*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1994, p. 150. Las cursivas son mías.

2 Ahondaremos sobre esta idea más adelante.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 233 11/10/16 3:33 PM

> como la imagen dada en el telescopio por la propagación de los rayos de luz. Pero a los sistemas, que a su vez no son nada psíquico y nunca pueden ser asequibles a nuestra percepción psíquica, estamos justificados en *suponerlos* semejantes a las lentes del telescopio, que proyectan la imagen. Prosiguiendo este símil, la censura situada entre dos sistemas correspondería a la refracción de los rayos en el pasaje a un medio nuevo.[3]

Más allá de las intenciones de Freud de establecer analogías y pensar en metáforas, es justo decir que después de un análisis cercano y dedicado a todos estos gestos tropológicos, el aparato psíquico no funciona como una máquina, sino que es una máquina. ¿Qué tipo de máquina? El aparato psíquico freudiano es una máquina virtual, lo que no quiere decir irreal. La psique en Freud es un mecanismo metabólico que media *entre* el cuerpo y el mundo, entre una vida singular y lo otro que la afecta. Esta máquina, Freud no se cansó nunca de repetirlo, no tiene soporte material. En este contexto, virtual no versa como "existencia aparente y no real", como dice el *Diccionario de la lengua española* (RAE), sino que apunta a los otros dos sentidos: 1. Que tiene virtud para producir un efecto, aunque no lo produce de presente, frecuentemente en oposición a *efectivo* o *real* y 2. Implícito, tácito.

Lo psíquico es entonces un fenómeno virtual que funciona de manera mecánica en el *entre* del soporte anatómico. A partir de toda la evidencia de la clínica psicoanalítica, podemos afirmar que *hay* aparato psíquico sin localización orgánica. La ausencia de soporte material obligó a Freud a pensar distintos diseños imaginarios de la organización psíquica y a establecer analogías y metáforas, pero siempre tecnológicas. Y es que lo psíquico se corresponde con una serie de mecanismos que a través de un gasto de energía –pues todos los modelos freudianos son al mismo tiempo energéticos y económicos– producen efectos psicológicos.

[3] Sigmund Freud, *Obras completas v. La interpretación de los sueños (II) y Sobre el sueño (1900-1901)*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1998, p. 599. Las cursivas son mías.

Pero vayamos más lejos y pensemos qué tipo de máquina virtual es la psique y qué metaboliza o transforma con su trabajo. A lo largo del recorrido por estas metáforas tecnológicas resulta que todos sus modelos y diseños son aparatos de escritura. El más genial, según Freud, ese que por fin se acomoda de manera casi perfecta con el aparato mnémico, resultó ser curiosamente un juguete infantil, un bloc de escritura que describe en su "Nota sobre la 'pizarra mágica'".[4] El análisis de estos símiles deja en claro que para este psicoanalista la memoria es una escritura de traza, como brillantemente aclara Derrida.[5]

La psique es un texto porque Freud parte de dos premisas: primero, que toda organización (y aquí se referirá tanto al cuerpo como a la psique) opone resistencia a la excitación externa, y segundo, que esta resistencia no es suficiente, por lo tanto, el encuentro entre el organismo que afronta y la fuerza que lo irrumpe provoca una inscripción. La inscripción tomará la forma de escritura mnémica.

Lo sorprendente del diseño de la pizarra mágica y, por lo tanto, de la metáfora escritural, era que resolvía uno de los problemas más añejos y originales del pensamiento freudiano: la necesidad de un aparato psíquico que pudiera cumplir con dos funciones que aparentemente se excluyen a la vez: percepción y memoria. Todas las analogías tecnológicas anteriores a este artefacto de escritura resultaban insuficientes, había siempre restricciones, pues no había máquina que retuviera y permaneciera receptiva al mismo tiempo. O la máquina tenía cierto límite de almacenamiento, y entonces cuando éste era alcanzado ya no había espacio para nueva información o había admisión ilimitada, pero con la condición de no archivar. Como el aparato psíquico debe guardar huellas y al mismo tiempo permanecer virgen a nuevas percepciones, cuando sale al mercado la pizarra mágica, Freud queda fascinado; por fin una máquina que, como el aparato psíquico, archiva y recibe información infinitamente.

[4] Véase Sigmund Freud, "Nota sobre la 'pizarra mágica' (1925 [1924])", en *Obras completas XIX. El yo y el ello, y otras obras*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1997.

[5] Confróntese con Rosaura Martínez, "The Alterability of the Memory Trace", *The Psychoanalytic Review* 98, núm. 4 (2011), pp. 531-555.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 235 11/10/16 3:33 PM

La escritura como modelo psíquico o pensar la psique como texto, dan fin a toda la vacilación del padre del psicoanálisis en torno al diseño mecánico del aparato anímico. Más allá de entender la memoria como escritura, no hay que olvidar la posibilidad de reescritura del texto psíquico. En su "Nota sobre la 'pizarra mágica'", Freud sostiene que el aparato psíquico "es ilimitadamente receptivo para percepciones siempre nuevas, y además [procura] huellas mnémicas duraderas –aunque no *inalterables*–".[6] Por alterabilidad de la huella mnémica se entiende la capacidad de modificarse y, por tanto, la posibilidad de retranscripción en el aparato psíquico. El proceso de inscripción en este artefacto queda siempre abierto a una futura modificación, en espera de esta posibilidad; pero es también cierto que lo ya impreso, la memoria, se modifica con cada nueva recepción, esto es, la reescritura deja su propia marca. Anotemos aquí rápidamente que esta característica de apertura a la alteración o modificación abre infinitas posibilidades, pero una de ellas es, precisamente, la ocasión terapéutica del psicoanálisis. Sin esta capacidad el texto psíquico sería uno definitivo, sempiterno e inmodificable.

Ahora, después de *Más allá del principio de placer* y, específicamente, de la introducción de *Tánatos dentro de la economía psíquica*, queda claro que lo que la psique metaboliza es la muerte del organismo. Dentro de esta economía lo psíquico se devela, lo mismo que toda máquina, como un aparato que media entre un principio y un fin, sin embargo, la especificidad de su "ponerse en marcha" trata radicalmente de *su propio principio* y *su propio* fin. Y el fin como la muerte…

En lo que sigue expondré los puntos cardinales por los que sostengo que la psique es fundamentalmente una serie de mecanismos que responden a economizar la muerte. Me refiero a que, partiendo de una explicación económica (energética) de la psique, la tensión que describe Freud en *Más allá*… entre las pulsiones de vida y las pulsiones de muerte no es otra cosa que un conflicto entre una tendencia del organismo a desahogar la excitación hasta un pleno vacío y otra a guardar una cierta cantidad con el fin de crear una reserva que

[6] Freud, "Nota sobre la 'pizarra mágica'", p. 244. Las cursivas son mías.

justamente lo mantenga con vida. Consecuentemente tenemos, primero, que la psique es el producto o efecto de esta tensión y, segundo, que ese efecto corresponde a la vida misma. Para Freud, el aparato psíquico funciona bajo el "imperio" del principio de placer, esto es, todos sus mecanismos tienden primordialmente a ganar mayor placer y a evitar todo displacer. Más aún, el dolor equivale a un aumento de la excitación en la organización psíquica y el placer a su descarga. Sin embargo, como Freud bien precisó, si el proceder psíquico sólo respondiera a este principio, el organismo moriría de manera *in-mediata* y la vida duraría un instante, pues la descarga total de la excitación sólo se encuentra en la muerte. Sería, dice Freud, una muerte como de "corto circuito".

¿Por qué la vida entonces? En este punto de su especulación, Freud introduce dos hipótesis más: un inherente apremio a la vida y el principio de constancia. De la mano de la pulsión de muerte va una pulsión erótica. El organismo quiere también la vida y busca un *impasse* antes del fin, sin embargo, la finitud y el deseo de descarga atraviesa todo fenómeno psíquico, pues, explica Freud, estas dos tendencias –Eros y Tánatos– trabajan siempre juntas. Todo fenómeno psíquico es el efecto de una negociación entre estas dos pulsiones en pugna. Empero, más allá de la pulsión de muerte, la psique es el efecto de resistencia a la muerte de corto circuito, es aquello que media entre el inicio de la vida y el final. La vida, según un mito freudiano, comienza cuando un estímulo del exterior choca contra un algo inanimado y, siguiendo el principio de placer, ese algo inanimado pone en marcha una serie de mecanismos para deshacerse de esa incomodidad, sin embargo, el choque de esa fuerza ajena ha inscrito un trazo sobre su superficie y lo ha, por lo tanto, modificado y complejizado. La descarga del estímulo se torna más difícil, de manera que ha tenido que aplazarse. Ese trazo que aplaza la descarga es la memoria. La psique es eso: la memoria que difiere la muerte. La memoria inaugura entonces al organismo como vivo. No nos equivocamos si afirmamos entonces que la memoria es la vida. En este sentido, la psique es esencialmente memoria/vida. Radicalicemos: el aparato psíquico es un bioartefacto en el sentido de una máquina que economiza la muerte, que la deja para más tarde y que, primordialmente, produce vida, una vida.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 237 11/10/16 3:33 PM

EL APARATO PSÍQUICO ES UNA MÁQUINA

Como dije antes, el aparato psíquico es un diseño imaginario. Si bien la elección del nominativo aparato responde a un compromiso con la tradición médica de nombrar así a los distintos grupos de órganos que en conjunto cumplen con alguna función biológica, este aparato no es una descripción del funcionar sistémico de órganos o áreas del sistema nervioso. El psíquico, a diferencia de los otros aparatos del organismo humano (digestivo o respiratorio), no tiene ninguna localización anatómica. Sin embargo, tiene en común un proceder involuntario, esto es, posee un *mecanismo* que es, en su mayor parte, *automático*.

Desde los inicios de sus investigaciones, Freud insistió en que el aparato que describía para explicar las funciones nerviosas no tenía correlato anatómico. En su texto sobre las afasias de 1891, diseña un "aparato del lenguaje" –precursor del aparato psíquico– también irreducible a cualquier órgano anatómico materialmente aprehensible. Incluso, en este mismo trabajo aparece un interesante análisis crítico de la teoría de la localización como "la restricción de las funciones nerviosas a áreas anatómicamente definibles".[7] Hay entonces un doble gesto en Freud, por un lado, adopta el vocabulario médico para nombrar un sistema que sostendría las funciones psíquicas, aunque por otro, este aparato no es anatómico y las funciones de las que da cuenta van más allá de cualquier fisiología.

Esta crítica freudiana a la "teoría de la localización" no debe traducirse en que las funciones psíquicas no tienen sostén anatómico alguno. En *La interpretación de los sueños*, por ejemplo, encontramos un pasaje donde Freud apunta que el aparato anímico "nos es conocido *también* como preparado anatómico",[8] pero esto es algo que él prefiere dejar de lado y permanecer, dice, en el terreno de lo psicológico, y esto psíquico no se localiza en ningún componente aprehensible de aquel aparato anímico. Cito:

[7] Sigmund Freud, *La afasia*, Buenos Aires, Nueva Visión, 2004, pp. 17-18.
[8] Freud, *La interpretación de los sueños*, p. 529. Las cursivas son más.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 238 11/10/16 3:33 PM

> Queremos dejar por completo de lado que el *aparato anímico* que aquí se trata nos es conocido también como *preparado anatómico*, y pondremos el mayor cuidado en no caer en la tentación de determinar esa localidad psíquica como si fuera anatómica. Nos mantenemos en el *terreno psicológico* y sólo proponemos seguir esta sugerencia: imaginarnos el instrumento de que se valen las operaciones del alma como si fuera un microscopio compuesto, un *aparato fotográfico*, o algo semejante. La localidad psíquica corresponde entonces a un lugar en el interior de un aparato, en el que se produce uno de los estadios previos de la imagen. En el microscopio y el telescopio, como es sabido, éstas son en parte unas *localizaciones ideales*, *unas zonas en las que no se sitúa ningún componente aprehensible del aparato*. Juzgo superfluo disculparme por los defectos de este símil y todos los del mismo tipo.[9]

Freud trabaja en el entendido de que el objeto de estudio de sus investigaciones tiene una estrechísima relación con el sistema nervioso. Pero los fenómenos psíquicos no pueden, por un lado, localizarse como productos de ninguna zona específica de este sistema y, por otro, reducirse al funcionar de ese "lugar". Esto es, entre otras cosas, lo que hace pensar que *la psique* es una cuestión económica.

Como toda máquina, el aparato psíquico, en su mayor alcance, no tiene voluntad, una vez que se enciende y se pone en marcha no puede parar su funcionamiento. No necesita que el sujeto sepa ni de su proceder ni de su efectividad. De hecho, que el sujeto sea consciente o no de los procesos psíquicos no tiene, en términos metapsicológicos, ninguna implicación. Para el psicoanálisis, la cualidad de consciente de una idea o fenómeno psíquico no cambia en nada su estructura o contenido. Dice Freud en "Las resistencias contra el psicoanálisis" "lo anímico es, más bien, en sí *inconsciente*, y la condición de consciente no es más que una cualidad que puede agregarse o no al acto anímico singular, y eventualmente, cuando falta, no altera nada más en éste".[10] También en

[9] *Ibid*., pp. 529-530.

[10] Sigmund Freud, "Las resistencias contra el psicoanálisis (1925 [1923])", en *Obras completas* XIX. *El yo y el ello, y otras obras*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1997, p. 230.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 239 11/10/16 3:33 PM

Una dificultad del psicoanálisis, afirma que lo anímico no coincide con lo consciente.[11] El aparato psíquico se sostiene como trabajo, esto es, como gasto de energía y repetición. El soporte de la psique no es un sujeto consciente y plenamente presente a sí mismo. Freud pensó en el funcionamiento del psiquismo siempre en estos términos: trabajo de pensamiento, trabajo del sueño, trabajo del duelo y trabajo elaborativo.[12] Para Freud, los fenómenos psíquicos son producto de un trabajo iterante. Lo interesante de esta concepción es precisamente que un trabajo puede no ser el resultado de un agente. Un trabajo es una acción que puede llevar a cabo un sujeto, una máquina o un ser vivo. Aquel o aquello que hace un trabajo puede o no estar consciente de lo que hace; éste es el caso del aparato psíquico. En este contexto, lo central, me parece, es que un trabajo implica siempre una transformación y un gasto de energía. Dos ejemplos paradigmáticos ilustran cómo el psiquismo es producto de un trabajo de pensamiento: el trabajo del sueño y el proceso de reelaboración. El primero es una transformación de los pensamientos oníricos en el contenido manifiesto del sueño. Se trata de un trabajo de traducción. Esta transformación es la esencia del sueño, esto es, el sueño no es ni el contenido manifiesto ni los pensamientos latentes, sino este trabajo de traducción. El segundo acontece dentro del encuadre analítico y versa sobre el trabajo reflexivo en la narración del paciente. La reelaboración es un trabajo de pensamiento como ejercicio de cogitación. En psicoanálisis, este proceso equivale a la abreacción en la hipnosis, pero se diferencian precisamente en que la primera no estaba mediada por un trabajo o gasto de energía. Ahí, dice Freud, en el trabajo que la reelaboración conlleva recae la posibilidad de la cura analítica.

[11] Sigmund Freud, "Una dificultad del psicoanálisis (1917 [1916])", *en Obras completas* XVII. "*De la historia de una neurosis infantil*" (*caso del 'Hombre de los lobos'*), *y otras obras* (1917-1919), Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1997, pp. 134-135.

[12] "Trabajo elaborativo" se refiere a lo que la traducción de las *Obras completas* de Freud editadas por Amorrortu nombra como reelaboración. Como dicen Laplanche y Pontalis en su *Diccionario de psicoanálisis*, el término alemán *Durcharbeiten* refiere a un trabajo de pensamiento que la palabra reelaboración no guarda. Este vocablo alemán ha sido traducido en inglés por *working-through*, y coincido con estos autores en que esta traducción ha sido mucho más afortunada. Jean Laplanche y Jean-Bertrand Pontalis, *Diccionario de psicoanálisis*, Barcelona, Labor, 1983.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 240 11/10/16 3:33 PM

El aparato psíquico es una máquina en tanto toda producción psíquica está mediada por un trabajo. El que este trabajo esté o no acompañado de conciencia no altera en nada el fenómeno psíquico.

ESPACIO A-TÓPICO: EL APARATO PSÍQUICO COMO *KHÔRA*

El aparato psíquico, como la *khôra* de Platón, no es ni un espacio ni un contenedor matemática y materialmente delimitado. Como dije antes, se trata de un aparato virtual que funciona como una máquina de escritura, esto es, un aparato virtual "donde" se inscriben huellas mnémicas.

Como comenté, en *La interpretación de los sueños* Freud utiliza analogías con aparatos ópticos para dejar en claro que su aparato psíquico no es reducible a ningún componente anatómicamente definido. Pero además de la descripción freudiana de un aparato psíquico virtual o ideal, hay que poner énfasis en el proceso de inscripción de las huellas mnémicas. Dice Derrida en *Freud y la escena de la escritura* que "la huella como memoria no es un abrirse-paso puro que siempre podría recuperarse como presencia simple, es la diferencia *incapturable* e *invisible* entre los actos de abrirse-paso".[13] El sitio de la inscripción es un lugar que no es espacial. El *espacio* en el que se inscribe la huella en la pizarra mágica es un lugar a-tópico *donde* confluyen, la fuerza de resistencia de la capa de cera y la fuerza de aquello que ejerce presión sobre la misma.[14] Es un lugar "incapturable e invisible". Es un lugar sin domicilio. No podemos saber su ubicación, y no por una dificultad o incluso imposibilidad epistemológica,

[13] Jacques Derrida, "Freud y la escena de la escritura", en *La escritura y la diferencia*, Barcelona, Anthropos, 1989, p. 277. Cursivas mías. "Abertura de paso" es la traducción que Patricio Peñalver ha elegido para la palabra alemana *Bahnung* que tanto López Ballesteros como Etcheverry tradujeron como facilitación. *Bahnung* es el efecto de inscripción de un estímulo sobre la organización psíquica. Es la apertura de un camino mnémico. En este sentido, coincido con Peñalver en que "abrirse-paso" resulta mucho más cercano a lo que *Bahnung* señala en alemán como "facilitación".

[14] Freud, "Nota sobre la 'pizarra mágica'".

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 241 11/10/16 3:33 PM

sino porque no está, no se encuentra, no podemos decir "dónde" porque no podemos verlo, aprehenderlo, medirlo, definir su perímetro. Ese a-tópico lugar de la inscripción es *algo* donde inscribir que no es *nada*, que no es un ente sino sólo *algo* abierto a la inscripción y a ser inscrito.

La psique como escritura despliega una forma de ambigüedad distinta y se convierte en una especie de *khôra*, en un lugar a-tópico *donde*, sin embargo, se inscribe. *Khôra* es la figura de la ontología del *Timeo* que Platón hace intervenir como un espacio a-tópico y lógicamente anterior al mundo divisible en sensible e inteligible, pero que, al mismo tiempo, hace posible esta distinción. El estudio de Platón sobre la génesis del universo concluye que hay un estado anterior a la creación del mismo. Los principios fuego, agua, aire y tierra, dice, lo son sólo metafóricamente pues son causados. Antes de la introducción de *khôra*, Timeo había ya propuesto dos causas distintas, una que daba origen a lo inteligible y otra a lo sensible. Pero todo esto debía tener un estado anterior, éste es el del caos y la indistinción, que *khôra* cobija. Propone entonces una tercera *difícil y vaga especie de causa del universo*. Dice el *Timeo*: "¿Qué características y qué naturaleza debemos suponer que posee? Sobre todas, la siguiente: la de ser un receptáculo de toda la generación, como si fuera su nodriza".[15] Y continúa más adelante:

> Debemos decir que es siempre idéntica a sí misma, pues no cambia para nada sus propiedades. En efecto, recibe siempre todo sin adoptar en lo más mínimo ninguna forma semejante a nada de lo que entra en ella, dado que por naturaleza subyace a todo como una masa que, por ser cambiada y conformada por lo que entra, parece diversa en diversas ocasiones; y tanto lo que ingresa como lo que sale son siempre imitaciones de los seres, impresos a partir de ellos de una manera difícil de concebir y admirable.[16]

[15] Platón, *Timeo*, Madrid, Gredos, 2000, p. 199. §49a.
[16] *Ibid*., p. 202. §50c.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 242 11/10/16 3:33 PM

Khôra es una crítica a sólo ubicar en términos espaciotemporales que, para los fines de la descripción freudiana de la psique, resulta pertinente si pensamos en el aparato psíquico como algo que excede la anatomía del sistema nervioso.

Khôra es algo donde se inscribe, pero que la inscripción excede. Hablamos entonces de una *inscripcionalidad* que es anterior –por economía del discurso y no cronológicamente– a toda lógica binaria y que pone en tela de juicio el patrimonio de la metafísica. La enigmática y paradójica naturaleza de *Khôra* cuestiona la primacía del principio de no contradicción y del tercero excluso. *Khôra* no se somete a una lógica de la participación y exclusión. Para Derrida, se trata de una oscilación, pero no de un movimiento que vaya de polo a polo, sino de un *habitar* el movimiento "entre dos géneros de oscilación: la doble exclusión (*ni/ni*) y la participación (*a la vez… y*, *esto y aquello*)".[17] Unas veces *khôra* no es ni esto ni aquello y otras veces es esto y aquello.

Ni *khôra* ni el aparato psíquico son fundamento porque no son cosa o ente, de hecho, ni *khôra* ni el aparato psíquico *son*. No son tampoco sujeto, sostén o sustrato de nada. El aparato psíquico no corresponde al sujeto del psicoanálisis. En todo caso, de ser algo, el aparato psíquico sería aquello que posibilita al sujeto, previo al sujeto, anterior al sujeto; si no cronológicamente, al menos en términos de una lógica del discurso. El aparato psíquico no "sostiene" impresiones, en todo caso aunque de manera atípica, esta máquina sería el juego de la multiplicidad de aquellas. El aparato psíquico no es sujeto porque las huellas mnémicas no le pertenecen, no le pertenecen ni a *nadie* ni a *nada*.

En psicoanálisis no caben ya las preguntas: ¿a qué lugar del aparato psíquico pertenecen los registros de la memoria? o ¿de qué *república* son oriundas estas o aquellas representaciones? Lo que queda al descubierto es que no hay geografía *a priori*. A propósito de *khôra* Derrida dice:

> Porque, por una parte, la polisemia ordenada de la palabra comporta siempre el sentido del lugar político o, más generalmente, del lugar *investido*, por oposición al espacio abstracto. *Khôra* "quiere decir": sitio ocupado por alguien, país, lugar

[17] Jacques Derrida, *Khôra*, Buenos Aires, Alción Editora, 1995, p. 19.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 243 11/10/16 3:33 PM

> habitado, sede designada, rango, puesto, posición asignada, territorio o región. Y de hecho *khôra* estará siempre ya ocupada, investida, incluso como lugar general, a la vez que se distingue de todo lo que toma sitio en ella. Por eso la dificultad de tratarla como espacio vacío o geométrico.[18]

Platón insiste en que *khôra* es un receptáculo, un lugar de alojamiento y recepción. Es en este sentido que *khôra* no puede ser un espacio vacío donde sólo se imprima, *khôra* sólo es, o mejor dicho, sólo hay *khôra* en tanto algo se alberga en ella, *khôra* sólo es en tanto algo la ocupa, la inviste; el aparato psíquico es también –cabe aquí corregir el *es* por *hay* aparato psíquico– sólo en tanto ocupado, investido, impreso, marcado. No hay aparato psíquico previo o anterior a lo que podríamos llamar psique. Hay aparato psíquico, algo *como* un aparato psíquico porque hay psique; hay psique que funciona *como* aparato, *como* máquina.

La psique es la *diferencia* entre la fuerza de la impresión de la estimulación (exógena y endógena) y la resistencia contra ella. Esta diferencia es, además de escritura, como dice Derrida, un juego espaciotemporal, un hacerse espacio en el tiempo y/o tiempo en el espacio. El espacio que se va abriendo es una sempiterna apertura a la alteración; además, esa apertura trae consigo la formación de nuevos espacios. Se trata entonces de una apertura que temporalmente proyecta otras futuras y diferidas. Y es que más que ser espacios a-tópicos, el aparato psíquico y *khôra* son *espaciamientos*.

Las huellas mnémicas habitan en un entre que no está en ningún lugar plenamente presente. La psique freudiana y *khôra* carecen de referente material. *khôra* "no tiene los caracteres de un ente, entendamos por esto un ente admisible en lo ontológico, a saber un ente inteligible o sensible. Hay *khôra*, pero la *khôra* no existe".[19] Dice Derrida que es más "situante" que situada. La memoria en Freud, como escritura, se "alberga" en un espacio tan enigmático y paradójico como *khôra*.

[18] *Ibid*., p. 47.
[19] *Ibid*., p. 28.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 244 11/10/16 3:33 PM

LA PSIQUE COMO BIOARTEFACTO

El aparato psíquico freudiano es también un artefacto cuyo mecanismo y puesta en marcha tienen origen en el encuentro entre un *uno* y lo otro. La estimulación que irrumpe la resistencia de la organización psíquica provocando una inscripción se experimenta e interpreta como externa a la psique sin importar que la fuerza asalte desde "afuera" o se trate de una pulsión íntima. La psique es entonces resultado del choque violento entre dos fuerzas que se encuentran y quieren afirmarse: una resiste y la otra se quebranta. Desde la teoría psicoanalítica, podemos deducir que en términos ontológicos el *uno* resiste la irrupción de lo otro y, radicalmente, desea deshacerse de la excitación que éste le provoca. De hecho, el origen del aparato psíquico es la necesidad (Ἀνάγκη) del cuerpo orgánico de expulsar la alter-acción que se vive como externa o ex-cesiva. Todos los mecanismos psíquicos trabajan en esta dirección que para Freud resulta el principio imperante de la vida anímica y al que bautiza como *principio de placer*:

> En la teoría psicoanalítica adoptamos sin reservas el supuesto de que el decurso de los procesos anímicos es regulado automáticamente por el principio de placer. Vale decir: creemos que en todos los casos lo pone en marcha una tensión displacentera, y que después adopta tal orientación que su resultado final coincide con una disminución de aquella, esto es, con una evitación de placer o una producción de placer.[20]

Paradójicamente, que no de manera contradictoria, el principio de placer llega a fusionarse con la pulsión de muerte, pues su dirección es la disminución de la tensión que, de alcanzar el cero, implicaría necesariamente la muerte del organismo. Para resolver esta aporía, Freud introduce el principio de constan-

[20] Sigmund Freud, "Más allá del principio de placer (1920)", en *Obras completas* XVIII. *Más allá del principio de placer*, *Psicología de las masas y análisis del yo*, *y otras obras* (*1920-1922*), Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1997, p. 7.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 245 11/10/16 3:33 PM

cia que busca mantener un mínimo de tensión en la organización para que no llegue a total descarga.

¿Pero qué está en el fondo de toda esta "especulación", como él mismo la llama?[21] Están una interpretación de la vida y del origen de la vida. Para Freud, la vida es fundamentalmente dos cosas: tensión y un recorrido (no de línea recta, sino de circuito o círculo que parte y llega al mismo sitio por desvío) hacia la descarga de esa tensión. Dice Freud: "En algún momento, por una intervención de fuerzas que todavía nos resulta enteramente inimaginable, se suscitaron en la materia inanimada las propiedades de la vida".[22] La pregunta obvia que inevitablemente brinca en este punto de su interpretación es el porqué la duración de la vida, a qué fuerzas o intereses responde ese desvío o rodeo que toma el organismo hacia la muerte, en otras palabras, ¿por qué no la muerte de cortocircuito? Esto es, ¿por qué no un fin sin mediación, un fin in-mediato?[23] ¿Por qué la psique? Y sí, en toda esta interpretación de la psique y de la vida que hace Freud en *Más allá del principio de placer*, el aparato psíquico resulta ser una máquina que media entre la vida y la muerte del organismo. La psique es ese entre como diferimiento dentro de un fenómeno que no es ni el de la pura vida ni el de la pura muerte. Podemos decir que se trata de una máquina de *la vida la muerte*.[24] Sin embargo, esto no quiere decir que la duración de la vida sea puramente tanática y suicida, la vida es esa constancia de tensión psíquica que así como se descarga se vuelve a cargar (esta es la economía del deseo de la que no hablaremos en este texto por cuestiones de espacio, pero que es importante tener presente). La vida es afirmación radical en el sentido de dirigirse

[21] El capítulo IV de *Más allá del principio de placer* abre diciendo: "Lo que sigue es especulación, a menudo de largo vuelo que cada cual estimará o desdeñará de acuerdo con su posición subjetiva. Es, además, un intento de explotar consecuentemente una idea, por curiosidad de saber a dónde llega". Freud, *Más allá del principio de placer*, p. 24.

[22] *Ibid*., p. 38.

[23] *Ibid*., p. 39.

[24] Derrida nombra así este fenómeno de naturaleza paradójica en varios de sus textos. Hay que prestar atención a cada detalle de la escritura de este nombre, pues se trata de uno de los gestos violentos derridianos sobre el lenguaje y su uso oficial. Primero, "la vida" va antes que "la muerte" y yo interpreto que este orden corresponde al acento que

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 246 11/10/16 3:33 PM

hacia la acción para la descarga de la tensión por cualquier medio. Decir que la vida se dirige hacia la muerte no quiere decir que sea la muerte, se trata de una economía de la mismidad y no de la identidad; pues la identidad no tiene economía, es la parálisis de la sustancia, lo último, autónomo e inalterable. Hay que pensar que entre vida, psique y muerte hay una relación especulativa en todos los sentidos de la palabra. En el sentido de una economía que no puede más que calcular sus resultados, esto es, una economía sin certeza, pero también en el sentido de una reflexión de espejos donde las identidades, los originales o unidades se pierden porque no los hay. Así, en todo fenómeno psíquico (sueños, lapsus, deseos, fantasías, pensamientos, etc.) la vida y la muerte son el doble especulativo del otro.

El principio de constancia que Freud hace intervenir en el discurso de *Más allá*…, soporta la vida como una reserva de energía cuya descarga se deja para más tarde. En otras palabras, el principio de constancia difiere de muerte. Todo el funcionamiento del aparato psíquico responde a un cierto ahorro de energía (deseos siempre deseos, deseos incumplidos o incumplibles) que en términos freudianos corresponde a la memoria.

La memoria es eso que se guarda como descarga pospuesta y el camino por el que descargarán tensiones por venir. Esta especie de archivo constituye la protección contra la muerte. Freud explica en el *Proyecto de psicología* cómo el aparato psíquico reserva cierta cantidad de excitación como defensa a una descarga autoexterminadora. En este sentido, la pulsión de muerte es, por un lado, lo que aviva la necesidad de hacer reserva y, por otro y al mismo tiempo, aquello que se dirige a destruir todo archivo. En otras palabras, el archivo se

---

Derrida quiso otorgarle a la deconstrucción como afirmación de la vida y poner un alto a las malas lecturas que acusaron a su pensamiento de teología negativa. Segundo, hay espacio entre cada una de las palabras, pero no hay conjunción y/o disyunción, lo que hace imposible enunciar si se trata de un sustantivo o dos. Por lo tanto, como dice Mónica Cragnolini en su conferencia pronunciada el 20 de mayo de 2005 en el marco de las *Jornadas Derrida* de la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe y que tituló "*Adieu*, *adieu*, *remember me*. Derrida, la escritura y la muerte", se trata de "dos expresiones que se unen sin unión". Mónica Cragnolini, *op.cit*., conferencia, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina, 20 de mayo de 2005.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 247 11/10/16 3:33 PM

hace posible por la pulsión de muerte, por una finitud originaria y que da origen. La vida es psique, la psique es memoria; hagamos una deducción simple *á la modus ponens*: la vida es memoria.

> La psique es una mediación entre la vida y la muerte. Otra deducción simple *á la modus ponens*: la mediación es memoria como reserva. En Freud, como en Derrida, esta mediación psíquica es *escritura*. En el *Proyecto de psicología*, el proceso de facilitación, que da cuenta de la memoria como proceso psíquico, es una escritura de traza. La facilitación como apertura de paso es un horadar. La *Bahnung*[25] describe la alteración duradera sobre las neuronas de la memoria por el decurso excitatorio, específicamente sobre sus barreras-contacto encargadas de resistir la estimulación. En otras palabras, el estado de alteración de las barreras-contacto equivale al grado de *facilitación* [*Bahnung*].[26]

Hay otra cuestión fundamental a advertir en el fenómeno de la *Bahnung* y es que esta apertura de paso se altera en cada repetición y se vuelve cada vez más pasadera. La descripción de Freud en el *Proyecto*… de los dos (luego tres) tipos distintos de neuronas que sostienen las dos funciones fundamentales (y excluyentes entre sí) del aparato psíquico, esto es, percepción y memoria, y que distingue como Φ y Ψ respectivamente, sostiene que estas dos no se diferencian estructuralmente sino, exclusivamente, en términos cuantitativos, en la cantidad de resistencia que imponen sus "barreras-contacto" al paso de la energía. Las neuronas Φ, las de la percepción, no imponen prácticamente ninguna resistencia; en contraste, las neuronas Ψ, las de la memoria, sí. Y estas últimas resultan las de la memoria, pues el choque entre la resistencia que ejercen y la fuerza de la irrupción del estímulo abre un camino que queda como un surco por el que las próximas cargas del aparato descargarán. Lo interesante

[25] Derrida, "Freud y la escena de la escritura".

[26] Sigmund Freud, "Proyecto de psicología (1950 [1895])", en *Obras completas* I. *Publicaciones prepsicoanalíticas y manuscritos inéditos en vida de Freud* (*1866-1899*), Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1992, p. 344.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 248 11/10/16 3:33 PM

aquí es que con cada recorrido estos caminos se tornan cada vez más pasaderos hasta convertirse, dice Freud, en neuronas Φ. Esto quiere decir que la psique, como máquina mnémica, se dirige inevitable e inherentemente hacia la muerte como debilitación de la resistencia que difiere la descarga. La resistencia de las barreras-contacto cumple entonces con una doble función que no se debe pensar como contradictoria: retener y desvanecerse. La resistencia es el origen de la vida psíquica (y de la vida en general según la mitología freudiana, a la que pasaremos inmediatamente) por el efecto de escritura, de archivo mnémico que hace la suerte de un desvío erótico antes de la muerte.

Anotemos "de pasada" que el itinerario hacia la muerte (la vida) puede ser erótico o tanático, eso dependerá de la singularidad de cada economía psíquica. Anotemos también que esta paradoja de *la vida la muerte* como economía de la escritura pertenece armónicamente a la indecibilidad que la misma escritura es. Recordemos, "de pasada", a Sócrates en el *Fedro* de Platón, ahí donde la escritura es un *phármakon*, un veneno dice Sócrates, un discurso bastardo cuyo sentido nadie puede defender, pues su padre lo ha abandonado a su propia suerte. Dice Sócrates, citando al rey egipcio Tamus, que la escritura haría a los hombres más olvidadizos, pues dejarían de esforzar su memoria. No obstante, bien señala Derrida que el fármaco no es sólo un veneno, sino un *remedio*. Subrayemos el "medio" del *remedio*: la escritura está también entre dos extremos que corresponden al del inicio y fin de la vida, es un paréntesis, un desvío, un rodeo o hasta un *impasse*. Podemos pensar que, como todo remedio, la escritura media y es un medio.

En términos psíquicos, la escritura se muestra no como el veneno que matará la memoria, sino como la memoria misma (que, no lo olvidemos, al final se autodestruye cuando la resistencia de los pasos-abiertos de las neuronas Ψ se debilita hasta ser abertura total de paso, esto es, neuronas Φ). La escritura psíquica (o la psique como escritura) es una mediación y toda mediación consiste en una negociación entre dos extremos que aquí resultan ser la radicalidad entre la vida y la muerte. Pero además, la psique como mediación escritural es una técnica que consiste en mecanismos (psíquicos) que proceden a poner en marcha toda esta economía entre la vida y la muerte. Entonces, la psique

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 249 11/10/16 3:33 PM

es un artefacto cuya técnica es la escritura como mediación entre un principio y un insuperable final. Esta escritura es mnémica, pues no es otra cosa que el trazo de surcos por los que la tensión (la vida) a descargar pasará. La memoria es "puros" pasos abiertos por los que la vida se va descargando. Una vez más subrayo el "se va", pues no es inmediato.

Freud hace bien en llamar a la psique "aparato". Sabemos ya que se trata de uno virtual y de escritura, pero con todo lo anterior, podemos agregar que es también un "bioartefacto". Primero, como máquina de mediación entre un organismo vivo y el mundo y, segundo, como una ecuación de resta entre un cuerpo material y lo otro. No obstante, "resta" no en el sentido de una sustracción sino de que queda algo. El resto, si bien es singular no es indivisible. Me refiero a que es una singularidad atravesada y habitada por lo otro. La relación entre el mundo y este bioartefacto es especular y esto por múltiples razones. Lo uno y lo otro se espejean produciendo una imagen especular de reflexión infinita. Son dos cosas diferentes y diferenciadas, pero que no corresponden a identidades sino a mismidades. *Este bioartefacto es ya producto de una negociación económica entre lo uno y lo otro*, *entre un cuerpo y el mundo*.

Esta economía es también especulativa porque nunca se estabiliza y porque su objetivo último no es la inversión, en el sentido en el que Freud habla de inversión de libido sobre objetos o representaciones, sino el efecto de ésta como el diferimiento de la muerte. El aparato psíquico como máquina de mediación económica es también una incorporación de la economía del afuera (esto hay que entenderlo en términos de la biopolítica, entre otros, de Foucault y Butler), pero donde hay un quiebre, esto es, la incorporación no abarca nunca la totalidad de lo uno, hay algo que resiste la otredad y que *resta* así. Sin embargo, ese resto no puede pensarse como un uno inmodificable, estático y siempre estable, pues no es una sustancia sino un agente de cambio, un agente sí en el sentido de ejecutar acciones, pero nunca desde pureza sino siempre desde una contaminación y comunicación heterónoma y heterogenética. Lo que resta es alter-able, se mueve, cambia de forma y de valor de cambio. Por lo tanto, eso que resiste es también un producto de una negociación entre lo uno y lo otro. Mientras el organismo viva, la relación

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 250 11/10/16 3:33 PM

con lo otro modifica toda la economía y, entonces, el resto cambia siempre de valor o lugar ("geopolítico").[27]

El aparato psíquico es un bioartefacto que de forma hiperbólica pone en marcha la vida, pero como un desvío hacia la muerte. Dice Freud que, en el origen, la vida fue una molestia: "El proceso vital del individuo lleva por razones internas a la nivelación de tensiones químicas, esto es, a la muerte, mientras que la unión con una sustancia viva que conforme un individuo diferente aumenta estas tensiones, introduce nuevas diferencias vitales, por así decir, que después tienen que ser de-vividas".[28] En este sentido, la pulsión de muerte sería la tendencia fundamental de la vida psíquica que al mismo tiempo que pone en marcha la economía de la máquina la dirige hacia su propia destrucción.[29] La fuerza que está detrás de la economía entre la "restauración de la muerte" y el apremio a la vida, esto es, eso que pone en marcha cierta resistencia y espera a una descarga total o de cortocircuito es la *auto-telía* como la búsqueda de una muerte o un fin que le sea propio a cada organismo.[30] La *auto-telía* no es más que un *retardamiento* o *diferimiento* de la muerte. Hay que dejar la muerte para más tarde, para aquél momento en el que mi muerte sea *mi* propia muerte. Tenemos entonces que, dentro de lo que se podría llamar la lógica de la compulsión de repetición, se juega, como en todo proceso de escritura, una espera y un estado de expectación. La tendencia del aparato psíquico a la repetición implica un proceso que, por un lado, tira hacia la restauración de un estado anterior, pero donde esta restitución debe necesariamente esperar un momento específico, aquél de una cierta "propiedad de

[27] "Geopolítico" pensando también que el aparato psíquico como *khôra* es un lugar (a-tópico) en tanto está investido y ocupado. En este sentido, tanto *khôra* como la psique son efectos de oposiciones entre fuerzas distintas y pueden asimismo pensarse como producto de relaciones políticas, esto es, como efectos de *pólemos*.

[28] Freud, *Más allá del principio de placer*, p. 54.

[29] La pulsión de muerte es también un límite ontológico que puede rastrearse hasta el origen de la vida como resistencia a la alteridad.

[30] Véase Jacques Derrida, "Especular Sobre 'Freud'", en *La tarjeta postal. De Sócrates a Freud y más allá*, México, Siglo xxi, 2001.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 251 11/10/16 3:33 PM

la muerte". Mi muerte debe ser aquella que me sea propia o, como dice Freud, cada organismo busca morir "a su manera".

Más allá de la autotelía, Freud especula que el principio de este desvío vital tiene un origen evolutivo. Esto quiere decir que los organismos vivos se han ido complicando conforme han sido afectados por otras fuerzas externas y por otros organismos vivos y que, mientras más complejos son, su vida se alarga. Por lo tanto, el recorrido hacia la muerte es proporcional a su historia evolutiva:

> Durante largo tiempo, quizá, la sustancia viva fue recreada siempre de nuevo y murió con facilidad cada vez, hasta que decisivos influjos externos se alteraron de tal modo que forzaron a la sustancia aún sobreviviente a desviarse más y más respecto de su camino vital originario, y a dar unos rodeos más y más complicados, antes de alcanzar la meta de la muerte. Acaso son estos rodeos para llegar a la muerte, retenidos fielmente por las pulsiones conservadoras, los que hoy nos ofrecen el cuadro de los fenómenos vitales.[31]

Más allá de los errores y violencias interpretativas de Freud sobre Darwin, como pensar que la evolución sólo tiene efectos de complejización y nunca de simplificación, lo importante en este punto es que la vida de un organismo se alarga mientras más afectado ha sido por otras fuerzas vitales. ¿No es esto Eros? Eros es la fuerza que tiende hacia la formación de organizaciones cada vez más complejas, esto es, es la tendencia a la unión, a la suma y no a la destrucción y eliminación de síntesis: "La libido de nuestras pulsiones sexuales coincidiría con el Eros de los poetas y filósofos, el Eros que cohesiona todo lo viviente".[32] Otra especulación se devela de esta economía: la psique y la existencia humana se debaten entre las fuerzas tanáticas y fuerzas eróticas. Sin embrago, hay que subrayar que Eros es una tendencia y no una organización; esto quiere decir que parte de la libido se mueve hacia la síntesis sin que esto implique que se logre. Eros es movimiento y no sustancia. La ciencia de lo vivo ha demostrado

[31] Freud, *Más allá del principio de placer*, p. 38.
[32] *Ibid*., p. 49.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 252 11/10/16 3:33 PM

que la evolución no tiene un carácter progresivo, que en muchos organismos su evolución cobró un carácter regresivo o que un progreso evolutivo en un punto puede costar una involución en otro.[33] En el terreno psicoanalítico, la represión jamás extingue la pulsión; ésta jamás renuncia a su afirmación y ninguna sublimación es suficiente para su cancelación.

Después del capítulo especulativo de *Más allá*…, Freud interrumpe su filosofar[34] y declara que se debe recurrir a la biología para poder sostener con certeza que la muerte es una ley natural y que, por lo tanto, la autotelía tiene un fundamento científico y no poético o mitológico. Sin embargo, de inmediato adelanta el final de su recorrido por experimentos sobre la vida y la muerte: la biología no ha podido definir qué es la vida, esto es, no hay un límite matemático entre la vida y la muerte. El concepto de muerte, dice, "se les deshace entre las manos".[35]

Describe entonces más de un experimento con protozoos en los que la ciencia llega a conclusiones contradictorias. Finalmente, en un gesto muy *á la* Freud, desecha todos los protocolos que contradicen sus especulaciones y se queda con el de Weismann. Este biólogo alemán diferencia en la sustancia viva de organismos pluricelulares un soma mortal y células germinales inmortales que, al morir el cuerpo, son capaces de rodearse de nuevo soma. Concluye que los organismos unicelulares son inmortales, pues en ellos el individuo y la célula de reproducción son lo mismo. Lo fundamental en esta interpretación es que la muerte no es una ley natural de la sustancia viva, ésta sólo se presentaría en los organismos complejos como un mecanismo de adaptación a las condiciones

[33] *Ibid*., p. 41.

[34] Digo aquí filosofar porque para Freud la diferencia fundamental entre el pensar del psicoanálisis y el de la filosofía era precisamente que esta última llegaba a sus conclusiones por especulación mientras que el psicoanálisis tenía una base empírica. En más de una ocasión, Freud reconoció que había llegado a las mismas conclusiones que algunos filósofos, pero que las suyas tenían un estatus epistemológico mayor porque tenían un fundamento empírico. Si fuésemos más fieles a Freud que Freud consigo mismo, tendríamos que desconocer a la pulsión de muerte, pues la deduce por método especulativo. Así, el capítulo IV de *Más allá del principio de placer* tendría que ser ignorado como parte del cuerpo de la teoría psicoanalítica por ser un apartado, por decir lo menos, filosófico.

[35] *Ibid*., p. 44.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 253 11/10/16 3:33 PM

vitales externas, pues una duración ilimitada del soma resulta redundante y sin finalidad. Dice: "La emergencia de esta diferenciación en los pluricelulares hizo que la muerte deviniera posible y adecuada a fines".[36] Por un lado, la reproducción no es, entonces, un efecto de la muerte, sino algo propio de la materia viva y, por otro, es el modo de la reproducción lo que introduce el destino mortal. Freud –ahora con la ayuda de un poeta y esta vez, muy confusamente, sin hacer diferencia epistemológica entre poesía y ciencia– cita a Goethe cuando sustenta la muerte como la consecuencia directa de la reproducción, y sí, pero la sexual.

Esta idea será, me parece, la rectora de la concepción freudiana del problema *la vida la muerte*. Al final del capítulo VI de *Más allá*…, Eros será al mismo tiempo, indecidiblemente, la fuerza que cohesiona todo lo vivo y la fuerza que, con efecto de catapulta, hiperbólicamente, lanza al organismo a la búsqueda de la restauración del estado inanimado.

Todas las pulsiones, dice Freud, tienen un carácter conservador. Ésta es la característica universal de la vida pulsional. Siendo así, resulta imposible escribir sobre lo pulsivo sin equivocarse o, contrariamente, sin poder, cada vez, sustituir Eros por Tánatos, pulsión de vida por pulsión de muerte y decir lo mismo. Y es que al final de *Más allá*… es la reproducción como efecto del encuentro de dos organismos y de la complejización de la vida que debe pasar por la inquietud de la copulación, lo que lleva al organismo a la búsqueda de su propia muerte. Eros es la fuerza que lanza al organismo hacia afuera, lo saca de sí, lo expulsa de Nirvana y lo hace buscar la alteridad, sí, lo "álter" que altera. Toda la parafernalia de la reproducción –pues son innegables los avatares y molestias que esta modalidad de la sexualidad de la sustancia viva conllevan (lucha por la existencia, supervivencia del más apto o, en palabras más cotidianas, flirteo, cortejo, celotipia y hasta crímenes pasionales)– detona, en un mismo instante, la necesidad, como Ανάγκη, de la restauración del estado anterior de inanimado o de de-vivir la vida. Por razones internas, explica

[36] *Ibid*., p. 45.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 254 11/10/16 3:33 PM

Freud, lo vivo tiende a la nivelación de la tensión y luego a su total descarga, sin embargo, curiosamente, durante este proceso el organismo busca también la unión con otra sustancia viva. Este encuentro eleva la tensión que tendrá que ser desalojada.

Además de conservadoras, de la vida o de la muerte, las pulsiones parecen ser completamente narcisistas. Eros busca reproducirse y Tánatos regresar a su unidad simple y anémica. Sí, la evidencia científica, la evidencia poética, la especulación filosófica y toda la buena ficción, develan una innegable tendencia de la vida hacia su propia destrucción. No sólo el hombre, también los leones, los delfines, las jacarandas, las hormigas, los escarabajos y el inmenso etcétera del reino de lo vivo, esto es, todo lo vivo parece moverse imperiosamente bajo la ley del gen egoísta y el gen suicida. Y, sin embargo, algo resiste, otra fuerza. Esa fuerza erótica que todo lo complica y que quizá sea sólo un *impasse* y un rodeo hacia la destrucción y desintegración, ésa es la que puso en marcha todo un mecanismo, una compleja técnica orgánica y psíquica que media entre el inicio y el final. La vida se dirige, al menos hasta ahora, inevitablemente hacia la muerte, pero ese entre que ella es, es inmensamente diferente a lo inerte. Dentro de cualquier economía de lo mismo, aquí la vida y la muerte, los fenómenos que se enfrentan no se pueden diferenciar de una manera clara y distinta. Una economía implica proceso y técnica de mediación. Por eso la psique es un bioartefacto, porque media el arco reflejo. El aparato psíquico freudiano no es un sistema simple de descarga de estímulos, es una máquina de *la vida la muerte*. Todos los mecanismos psíquicos trabajan para dejar la muerte para más tarde, por eso la psique es un artefacto de "retardamiento". La psique es, entonces, un bioartefacto del buen *vivir morir*.

Dice Derrida en *Freud y la escena de la escritura* que, sin lugar a dudas, la irreductibilidad del "retardamiento" es *el* descubrimiento de Freud.[37] El hallazgo de Freud es entonces uno a propósito de la temporalidad del aparato psíquico. Si el tiempo de la memoria es uno que deja para más tarde, que irrumpe en otro momento, en una repetición, que abre un porvenir, es entonces un tiempo

[37] Derrida, "Freud y la escena de la escritura", p. 281.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 255 11/10/16 3:33 PM

que abre la vida como promesa. ¿Qué promete? Especulo que "espacio" para posibilidades de vida. Este tiempo es el del trazo de huellas como apertura de caminos por donde descargarán tensiones por venir, pero a las que la elección de un itinerario sobre otro les dará distintas cualidades. Estos surcos mediarán la descarga, es decir, la retardarán porque se trata de una mediación y no de un electroshock. Esto quiere decir que, mientras más texto psíquico se escriba y más complejo éste sea, la muerte y la destrucción se dejarán para más tarde.

El retardamiento es el tiempo del mañana como posibilidad, pues no tenemos certeza absoluta del destino de lo que se ha dejado para más tarde. Más bien, no hay destino, hay porvenir. ¿No es la temporalidad del retardamiento el tiempo de toda máquina? ¿No es la máquina, cualquier máquina, virtual o con soporte material, un diseño cuya finalidad última es postergar y regular *el* fin, la finitud, la nuestra y la de la vida en general? ¿No es la tecnología la ciencia del diseño de alargar la vida, aunque sea una vida singular, si se trata, por ejemplo, de una máquina de destrucción? Pero incluso cuando pensamos en máquinas de destrucción masiva, su uso lleva siempre un cálculo en el que algo morirá para que algo sobreviva o pueda irrumpir violenta y cruelmente *con* vida. La tecnología es la ciencia del proyecto de una economía de *la vida la muerte*. A toda máquina la sostiene un cálculo entre un punto y otro. Eso es lo que la máquina o lo maquínico media. En otras palabras, mientras llega el insuperable fin, desde esta temporalidad del retardamiento, lo maquínico abre, en el tiempo, el espacio para posibilidades infinitas.

En términos psíquicos, que Eros y Tánatos se dirijan hacia el mismo fin no los hace idénticos. Los caminos por los que llegan a la muerte son inconmensurablemente diferentes. Hay de narcisismos a narcisismos y de narcisos a narcisos. Eros se busca a sí misma, sí, pero en otro y busca, además, la vida fuera de ella misma. Eros es el gen altruista. Dice Freud que la diferencia que hace Weismann de la sustancia viva entre soma mortal y células germinales coincide con su concepción dualista de las fuerzas que rigen la vida y que la mantienen en la tensión entre pulsiones de vida y pulsiones de muerte. Asimismo, queda claro que la muerte, desde esta perspectiva, no puede pensarse sin la reproducción

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 256 11/10/16 3:33 PM

sexual y que, por lo tanto, las pulsiones de muerte están asociadas desde el principio con las pulsiones de vida.

La máquina psíquica tiene esta flexibilidad; puede producir más vida o aniquilarlo todo. Esta mediación cumple su finalidad por muy distintos itinerarios. No hay que olvidar que esos itinerarios son caminos mnémicos trazados por la violencia de lo otro. El otro hace memoria porque escribe sobre lo uno, escribe lo uno y esa escritura es los caminos horadados por los que la tensión descargará. En otras palabras, la memoria como escritura psíquica hace la diferencia en los itinerarios. Ellos pueden ser de destrucción de lo uno y de lo otro o pueden buscar organizaciones cada vez más complejas.

El aparato psíquico funciona con una doble técnica: la pulsión de vida que escribe nuevos pasos abiertos y la pulsión de muerte que los va borrando. Sin embargo, este bioartefacto es siempre el resultado de una economía de estas fuerzas y, además, esta economía es también una política de negociación entre el organismo y el afuera; todas estas economías producen efectos siempre en relación con la fuerza de cada contrario. Dependiendo de qué batallón, por pensar en una imagen de violencia y resistencia, sea el más fuerte, las producciones psíquicas y las acciones podrán ser o eróticas o destructivas. Ésa es la verdadera diferencia en los itinerarios.

En pocas palabras, *la psique es en lugar de la muerte dirigiéndose hacia ella dejándola para más tarde*.

BIBLIOGRAFÍA

Cragnolini, Mónica, "Adieu, adieu, remember me", conferencia. Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina, 20 de mayo de 2005.

Derrida, Jacques, "Especular sobre 'Freud'", en *La tarjeta postal. De Sócrates a Freud y más allá*, México, Siglo XXI, 2001, pp. 243-385.

———, "Freud y la escena de la escritura", en *La escritura y la diferencia,* Barcelona, Anthropos, 1989, pp. 271-317.

———, *Khôra*, Córdoba, Alción Editora, 1995.

Freud, Sigmund, "Proyecto de psicología (1950 [1895])", en *Obras completas I. Publicaciones prepsicoanalíticas y manuscritos inéditos en vida de Freud (1866-1899)*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1992, pp. 323-446.

———, *Obras completas V*, *La interpretación de los sueños (II) y Sobre el sueño (1900-1901)*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1998, pp. 345-668.

———, "Una dificultad del psicoanálisis (1917 [1916])", en *Obras completas XVII. De la historia de una neurosis infantil (Caso del "Hombre de los lobos"), y otras obras (1917-1919)*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1997, pp. 125-135.

———, "Más allá del principio de placer (1920)". En *Obras completas XVIII. Más allá del principio de placer*, *Psicología de las masas y análisis del yo, y otras obras (1920-1922)*, 1-62. Buenos Aires: Amorrortu Editores, 1997.

———, "Nota sobre la 'pizarra mágica' (1925 [1924])", en *Obras completas XIX. El yo y el ello, y otras obras*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1997, pp. 239-247.

———, "Las resistencias contra el psicoanálisis (1925 [1923])", en *Obras completas XIX. El yo y el ello, y otras obras*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1997, pp. 223-35.

———, *Cartas a Wilheim Fliess (1887-1904)*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1994.

———, *La afasia*, Buenos Aires, Nueva Visión, 2004.

Laplanche, Jean y Jean-Bertrand Pontalis, *Diccionario de psicoanálisis*, Barcelona, Labor, 1983.

Martínez, Rosaura, "The Alterability of the Memory Trace", *The Psychoanalytic Review* 98, núm. 4 (2011), pp. 531-555.

Platón, *Timeo*, Madrid, Gredos, 2000.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 258 11/10/16 3:33 PM

¿TIENEN BIOPOLÍTICA LOS BIOARTEFACTOS?

*Miguel Zapata**
*Fabiola Villela***

Queda por estudiar de qué cuerpo tiene necesidad la sociedad de hoy.

Michel Foucault

INTRODUCCIÓN

El propósito de este trabajo es interpretar la dimensión política de las intervenciones tecnológicas del cuerpo humano con un enfoque biopolítico. Un análisis del significado que le dan al concepto de biopolítica Foucault y Agamben servirá para mostrar que, a pesar de constituir un marco teórico útil para interpretar muchos proyectos tecnológicos de modificación orgánica, no permite dar cuenta de algunas de sus implicaciones políticas. Para sostener esta tesis se ofrecerá una categorización que permitirá trazar distinciones significativas entre diversas formas de comprender lo político en el ámbito de la modificación corporal. Por un lado, se presentarán tres manifestaciones de la biopolítica; por otro, se utilizará el marco teórico desarrollado por Langdon Winner y se defenderá su relevancia para comprender algunas dimensiones políticas que quedan ocultas para el enfoque biopolítico. La calidad interpretativa de las categorías presentadas se pondrá a prueba contrastándola con algunas prácticas, proyectos e ideas del movimiento transhumanista.

* Posgrado en Filosofía de la Ciencia/FFyL-UNAM.
** Programa Universitario de Bioética-UNAM.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 259 11/10/16 3:33 PM

LA BIOPOLÍTICA Y LAS ANTROPOTECNOLOGÍAS DEL TRANSHUMANISMO

Desde el inicio de su civilización el ser humano ha ido modificando su biología mediante la alimentación, la educación o la creación de ciudades.[1] Sin embargo, el conocimiento biológico actual permite alterar intencionalmente algunas de nuestras características físicas, fisiológicas o anatómicas con el objetivo de reducir limitaciones funcionales consideradas hasta ahora propias de nuestra naturaleza. Estas nuevas posibilidades técnicas han dado fuerza a un movimiento, el transhumanismo (literalmente "más que humano"), compuesto por científicos, filósofos, ingenieros, desarrolladores de *hardware* y *software*, biohackers y políticos[2] que buscan ir más allá de las limitaciones propias de la naturaleza humana y extender las capacidades físicas e intelectuales por medio de un amplio abanico de tecnologías aplicadas al cuerpo (cirugías, fármacos, ingeniería genética, informática, nanotecnología, inteligencia artificial, etc.). El transhumanismo radicaliza la idea de desarrollo de la medicina moderna,[3] que concebía sus objetivos en términos de mantenimiento de la

1 Allen Buchanan, *Beyond Humanity? The Ethics of Biomedical Enhancement*, Oxford, Oxford University Press, 2013.

2 Por ejemplo, el reconocido transhumanista, Giuseppe Vatinno, fue electo en 2012 como miembro del parlamento italiano. Giulio Prisco, "Italy Elects First Transhumanist MP", *Kurzweil Accelerating Intelligence Blog*, http://www.kurzweilai.net/italy-elects-first-transhumanist-mp, 26 de agosto de 2012.

3 A pesar de la heterogeneidad que se manifiesta en el movimiento transhumanista, para los fines de este trabajo se estará comprendiendo el transhumanismo en un sentido muy general, esto es, como un movimiento que defiende proyectos de mejora de las capacidades humanas mediante tecnología. Por tanto, no interesarán tanto las diferencias entre concepciones posthumanistas, que postulan que las modificaciones desembocarán en un salto evolutivo hacia una nueva especie, y no posthumanistas. Algunas otras diferencias entre transhumanistas sí son más relevantes, ya que mantienen posiciones políticas específicas. En este sentido, el movimiento puede dividirse en un transhumanismo liberal que defiende un modelo de acceso a las innovaciones tecnológicas basado en las leyes del mercado, y un transhumanismo democrático que, sospechando de los problemas de injusticia que podría generar en algunas poblaciones la falta de acceso a algunos desarrollos tecnológicos, apuesta por generar condiciones políticas que permitan el acceso universal a las tecnologías de transformación corporal.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 260 11/10/16 3:33 PM

salud y de un estándar de normalidad-funcionalidad para proponerse metas mucho más audaces, como vivir más de 200 años, ser más fuertes, más inteligentes o incluso más morales.[4]

Estas tecnologías de modificación y mejora, sea que estén siendo implementadas o que formen parte de futuras innovaciones elucubradas por el transhumanismo para hacer realidad sus sueños, abren nuevas interrogantes en el ámbito de la filosofía política: ¿implican las intervenciones tecnológicas del cuerpo una nueva forma de control, homogeneización y gobierno de las poblaciones o, por el contrario, constituyen una oportunidad de emancipación de los sujetos a través de la reapropiación del propio cuerpo? ¿Podría el uso de estas tecnologías generar diferencias entre sujetos intervenidos y no intervenidos de tal forma que se originaran nuevos conflictos sociales?

Hay quienes han tratado de dar respuesta a estas preguntas trasladando las tesis biopolíticas de Foucault a los proyectos contemporáneos de tecnologización del cuerpo.[5] Entre ellos destaca Sloterdijk, quien se ha dado a la tarea de complementar el enfoque foucaultiano con los conocimientos que aportan la antropología y la biología. En este empeño por interpretar las transformaciones técnicas del ser humano en clave biopolítica, el filósofo alemán ha desarrollado el concepto de "antropotécnicas".[6] Este término, que se refiere a los procedimientos por los cuales el humano se autotransforma para hacer frente a sus deficiencias biológicas e inmunizarse ante los ubicuos peligros de la existencia, es capaz de apresar el doble sentido que da Foucault a los proyectos de intervención del cuerpo: por un lado, dispositivos mediante los que se controla y dirige a las poblaciones; por otro, tecnologías que permiten el cuidado de sí. Sin embargo, la noción de *antropotécnica* de Sloterdijk no refiere exclusivamente a las intervenciones en los procesos moleculares, genéticos, fisiológicos o mecánicos del cuerpo, sino que incluye técnicas psicológicas, políticas o educativas

4 Nick Bostrom, "Transhumanist Values", en Frederick Adams (ed.), *Ethical Issues for the 21st Century*, Charlottesville, Philosophy Documentation Center, 2003.

5 Michel Foucault, *El nacimiento de la biopolítica*, trad. Horacio Pons, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 2007.

6 Peter Sloterdijk, *Has de cambiar tu vida*, Valencia, Pre-Textos, 2012, p. 24.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 261 11/10/16 3:33 PM

llevadas a cabo con el propósito de moldear a los individuos para protegerlos de las contingencias del mundo. Como en este trabajo sólo se abordarán antropotécnicas que modifican la biología mediante procedimientos tecnológicos contemporáneos, se utilizará un término más específico, el de *antropotecnologías*.[7]

Ahora bien, ¿sirve el enfoque biopolítico para comprender en su plenitud la dimensión política de las antropotecnologías que defiende el transhumanismo? Para responder esta cuestión presentaremos los aspectos centrales de la idea de biopolítica defendida por Foucault y Agamben. Posteriormente, defenderemos la existencia de tres fenómenos biopolíticos diferenciados que surgen con la implementación de distintas antropotecnologías.

Foucault introduce la noción de "biopolítica" para explicar la nueva manera de ejercer la soberanía que surge en la modernidad.[8] En la época premoderna, el poder soberano consistía en hacer uso del derecho a matar o dejar vivir a los súbditos. Sin embargo, a partir del siglo XVII se reconfiguran las formas de poder. A partir de ese momento, el cuerpo, considerado mero organismo mecanizado y manipulable, deviene objeto de dominación y nuevo territorio a conquistar por los Estados para regular y controlar a las poblaciones. Ya no se trata de quitar la vida, sino de llevar a cabo distintas técnicas de manipulación, gestión y control de los cuerpos. El derecho sobre la vida y la muerte deja de ser el derecho de matar y permitir vivir para constituirse en derecho de hacer vivir y permitir morir. Esto significa que la dominación moderna se efectúa, o mediante distintas formas de injerencia sobre el organismo biológico para controlarlo, o por una deliberada exclusión de los sujetos considerados prescindibles, que quedan así en situación de desamparo. El ejercicio del poder por injerencia sobre los cuerpos se sirve de dos mecanismos: el primero de ellos, el "anatomopolítico", interpreta el cuerpo y actúa sobre él como si fuera una máquina

[7] Si las antropotécnicas son todas las técnicas de transformación del individuo encaminadas a su preservación (educativas, psicológicas, tecnológicas…), consideramos antropotecnologías al subconjunto de éstas que está conformado exclusivamente por las intervenciones tecnológicas en el organismo.

[8] Michel Foucault, *Historia de la sexualidad* I. *La voluntad de saber*, México, Siglo XXI, 1998.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 262 11/10/16 3:33 PM

que puede ponerse a punto gracias a técnicas de moldeamiento para volverlo dócil y útil dentro del sistema político-económico; el segundo, el biopolítico en sentido estricto, concibe el cuerpo como mero soporte de procesos biológicos y lo interviene para regular la mortalidad, la natalidad o las condiciones de salud e higiene de las poblaciones.[9] La dimensión excluyente de la biopolítica, en cambio, convierte en marginados a todos aquellos que no pueden beneficiarse de las ventajas que aportan el conocimiento científico y las aplicaciones tecnológicas en el mantenimiento, cuidado y mejora de la salud de los cuerpos.

Estos conceptos han servido para interpretar muchas de las prácticas contemporáneas de regulación poblacional. En su vertiente injerencial, las tesis biopolíticas se han mostrado útiles para analizar una heterogénea gama de prácticas de regulación que van desde proyectos eugenésicos hasta controles de natalidad y campañas de vacunación. En el ámbito de la exclusión, permiten analizar situaciones como la privación de la seguridad social a la que el Estado condena a grupos marginados de la población o la de la falta de acceso a los tratamientos farmacológicos de millones de enfermos provocada por el sistema de patentes. Sin embargo, a pesar de la fecundidad interpretativa de las tesis biopolíticas, queda abierta la cuestión de si éstas sólo describen distintas técnicas de dominación o si también, y de manera complementaria, dejan resquicios para pensar posibles espacios de autodeterminación y emancipación. Foucault, al afrontar este problema, afirmará la existencia de algunas expresiones de libertad en un régimen biopolítico.

En los cursos del Colegio de Francia defenderá una estrecha relación entre libertad y biopolítica. Los gobiernos promueven libertades como las de comercio, movimiento y circulación de personas, que luego son reguladas mediante dispositivos de control.[10] El problema es que esta libertad controlada no constituye una vía de emancipación. La auténtica liberación, para Foucault, tendría que surgir de la reapropiación por parte del sujeto de su propio cuerpo, puesto que es el lugar en el que se ejerce la sujeción. Si esta

[9] *Ibid*., p. 168.

[10] Michel Foucault, *El nacimiento de la biopolítica*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 2007, p. 89.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 263 11/10/16 3:33 PM

reconquista del cuerpo ocurriera, la vida, hasta ahora controlada mediante distintos métodos de manipulación, se transformaría en origen de una praxis política emancipadora que reclamaría el "derecho a la salud, a la felicidad, a la satisfacción de las necesidades, el derecho a inventar, a ir más allá de todas las opresiones o 'alienaciones', a ser todo lo que puede llegar a ser".[11] En definitiva, el cuerpo biopolítico que describe Foucault es ambivalente: sustrato material que sufre la opresión y lugar de encarnación de la utopía de la libertad.

> El cuerpo no está en ninguna parte: está en el corazón del mundo, en ese pequeño núcleo utópico a partir del cual sueño, hablo, avanzo, percibo las cosas en su lugar, y también las niego en virtud del poder indefinido de las utopías que imagino. Mi cuerpo es como la Ciudad del Sol: no tiene lugar, pero a partir de él surgen e irradian todos los lugares posibles, reales o utópicos. [12]

Agamben ha seguido desarrollando la noción de biopolítica en los últimos años. Para él la biopolítica es la forma que adquiere el poder cuando hace de la vida el núcleo de la soberanía. Aquí "vida" tiene un doble sentido: vida como ζωή (*zoe*), es decir, como mera vida biológica compartida por todos los seres vivientes, o vida como βίος (*bios*), o sea, vida cualificada, modo específico de estar vivo de los individuos integrados en una comunidad política. A la luz de este doble significado, la biopolítica se reinterpreta como la politización de la ζωή, la vida biológica.[13] Por tanto, coincide con Foucault en señalar que la existencia vital es ahora el espacio propio de la política. Sin embargo, para Agamben la manifestación biopolítica característica de nuestro tiempo no consiste en la regulación de los organismos por parte de los gobiernos, sino en la activación de un estado de excepción en el que se despoja a los cuerpos de sus cualidades y derechos políticos. Por esta razón, los lugares que interesan a

[11] Foucault, *Historia de la sexualidad*, p. 176.
[12] Michel Foucault, *El cuerpo utópico*, Buenos Aires, Nueva Visión, 2010, p. 19.
[13] Giorgio Agamben, *Homo Sacer. El poder soberano y la nuda vida*, Valencia, Pre-Textos, 2003, p. 19.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 264 11/10/16 3:33 PM

Agamben ya no son la clínica y el sanatorio mental, sino Auschwitz o Guantánamo, es decir, espacios donde la legalidad queda suspendida y los cuerpos, al no disfrutar de derechos fundamentales, son torturados y vejados por el Estado. A pesar de esta sustancial diferencia con las tesis de Foucault, Agamben coincide con él al pensar que la biopolítica, en tanto que técnica de dominio de la vida, ofrece una oportunidad para concebir alternativas liberadoras para el sujeto. Este espacio de posibilidad emancipatorio surgiría en sociedades en las que los ciudadanos se atribuyeran la tarea de hacerse cargo de su propios cuerpos. De esta forma encontrarían en su condición biológica la vía de acceso a una vida política auténtica. La biopolítica, como en Foucault, presentaría una radical ambivalencia, pues a pesar de ser acto de dominio, permite pensar la libertad y la felicidad de los hombres en el espacio propio de la servidumbre, esto es, en su propio cuerpo. En definitiva, para Agamben la libertad biopolítica consistiría en una vida comunitaria sin soberanía y fundamentada en un inquebrantable anudamiento de vida orgánica y vida política que evitaría la reificación propia de comunidades con un sentido esencialista de la pertenencia. En esa comunidad libre el organismo biológico, sin límites definidos, quedaría en situación de apertura a múltiples formas de vida política.[14]

Teniendo a la vista la breve exposición hecha hasta ahora podemos distinguir tres formas de interpretación biopolítica de las antropotecnologías: la primera, conformada por proyectos que sirven para adaptar los organismos al sistema político-económico; la segunda, por prácticas de autotransformación que permiten a los individuos reapropiarse de su propio cuerpo; la tercera, por fenómenos de exclusión, en los que comunidades quedan apartadas del control y uso de las tecnologías de mejoramiento orgánico. A estas tres maneras de comprender lo biopolítico las denominaremos *biopolíticas bioartefactuales* debido a que constituyen manifestaciones de lo político que se llevan a cabo mediante intervenciones tecnológicas del cuerpo capaces de generar un nuevo tipo de humano, híbrido de organismo biológico y componentes técnicos.

[14] Giorgio Agamben, *La comunidad que*, Valencia, Pre-Textos, 1996, p. 55.

BIOPOLÍTICA BIOARTEFACTUAL COMO ADAPTACIÓN AL SISTEMA

La primera forma de biopolítica bioartefactual refiere a aquellas manipulaciones del organismo que tienen como objetivo controlar la aparición de características deseables y provechosas para el sistema político-económico (lo que correspondería a la noción de anatomopolítica en Foucault).[15] En el ámbito de las antropotecnologías, una de estas expresiones biopolíticas se hace patente con el uso de prótesis creadas con el propósito de integrar al sujeto en el sistema productivo como un trabajador más eficiente y capacitado.

El registro más antiguo que se tiene de una prótesis es entre los años 950 y 700 a. C. en el imperio egipcio. Con ellas, el ser humano ha logrado contender con algunas secuelas de la enfermedad y los accidentes. Desde piernas de palo hasta implantes cocleares, pasando por el uso de anteojos y piezas dentales, la creación y uso de prótesis que nos permiten "recuperar" el miembro o la función perdida ha ido avanzando. A partir del siglo xx, estas extensiones se implementaron en los cuerpos para permitir que el individuo regresara a su vida laboral, razón por la cual las adaptaciones como ganchos o anillos se presentan principalmente en extensiones artificiales de los brazos.[16] Actualmente, con la evolución de la biomecánica y la bioingeniería se están logrando prótesis más complejas. Por ejemplo, en junio de 2014 Ian Burkheart, paciente estadunidense cuadraplégico de 23 años, logró mover, por primera vez desde un accidente en clavados en 2010, los dedos de su mano gracias al implante

[15] Paolo Virno ha desarrollado recientemente esta idea. Para él la administración de la vida que se produce en el sistema capitalista responde al objetivo de potenciar, mejorar y multiplicar la fuerza de trabajo. Paolo Virno, *Gramática de la multitud*: *para un análisis de las formas de vida contemporáneas*, trad. Adriana Gómez, Madrid, Traficantes de Sueños, 2013.

[16] Jesús Manuel Dorador González, "Robótica y prótesis inteligentes", *Revista Digital Universitaria* 6 (2004), pp. 2-15. Disponible en http://www.revista.unam.mx/vol.6/num1/art01/art01_enero.pdf. De acuerdo con Dorador, "para el siglo xx, el objetivo de que los amputados regresaran a su vida laboral es alcanzado gracias a los esfuerzos del médico francés Gripoulleau, quien realizó diferentes accesorios que podían ser usados como unidad terminal, como anillos, ganchos y diversos instrumentos metálicos, que brindaban la capacidad de realizar trabajo de fuerza o de precisión". *Ibid*., p. 5.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 266 11/10/16 3:33 PM

de un chip (más pequeño que un chícharo) en su corteza motora cerebral. El chip detecta los impulsos neuronales de la mano y envía la señal a una computadora conectada a una "manga" de componentes electrónicos que estimula los músculos y le permite mover individualmente cada dedo o la mano completa.[17]

La constante evolución de las prótesis ha permitido crear diseños cada vez más pequeños cuya apariencia es similar a la del miembro natural.[18] El objetivo de estas prótesis biónicas ya no es recuperar la función pérdida del miembro, sino obtener un mejor desempeño. Un ejemplo de ello es el de las piernas flexibles en forma de C hechas de fibra de carbón, denominadas Cheetah flexfoot, que fueron diseñadas para ofrecer un mejor rendimiento en la carrera de 100, 200 y 400 m. Con estas piernas artificiales, el atleta Oscar Pistorius participó en las Olimpiadas de Verano celebradas en Londres en 2012 y se convirtió en el primer hombre con una amputación doble en realizar esta competencia.[19]

Pero más allá de la simple recuperación de la función perdida, el actual desarrollo de las prótesis permite superar las capacidades "normales" de quienes han perdido algún miembro o alguna función orgánica. El paso de la reposición de la función perdida a la mejora y diversificación funcional lo ha dado, entre otros, el profesor del Centro Tecnológico de Georgia, Neil Weinberg, quien creó una prótesis para Jason Barnes, un baterista que perdió el brazo derecho por debajo del codo después de haberse electrocutado. Esta prótesis le otorga la capacidad de utilizar tres baquetas simultáneamente. Las dos baquetas que sostiene el brazo robótico tienen diferentes funciones: la primera (principal) se rige por los impulsos nerviosos provenientes de los músculos

[17] Ohio State University-Wexner Medical Center, "New Device Allows Brain to Bypass Spinal Cord, Move Paralyzed Limbs", *ScienceDaily*. Disponible en www.sciencedaily.com/releases/2014/06/140625130137.htm. Consultado el 25 de junio de 2014.

[18] Gregory Benford y Elizabeth Malartre, *Beyond Human, Living with Robots and Cyborgs*, Nueva York, Forge, 2007.

[19] Rose Eveleth, "Should Oscar Pistorius's Prosthetic Legs Disqualify Him from the Olympics?", *Scientific American*. Disponible en http://www.scientificamerican.com/article/scientists-debate-oscar-pistorius-prosthetic-legs-disqualify-him-olympics/. Consultado el 24 de julio de 2012.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 267 11/10/16 3:33 PM

del bíceps; la segunda "improvisa" otro ritmo gracias al uso de algoritmos.[20] La extensión protésica confiere a Barnes una capacidad única en el ámbito de la música, ya que no sólo puede tocar más rápido que un baterista "normal" sino que cuenta con un "cerebro musical" extra.

La fabricación y uso de prótesis permiten al individuo recuperar y mejorar la función corporal perdida y con ella la promesa de rehacer su vida reincorporándose al trabajo. Sin embargo, esta reposición y mejoramiento funcional coloca bajo sospecha de instrumentación biopolítica a los proyectos protésicos. Esto porque se podría considerar que la forma que han ido adquiriendo las diferentes prótesis responde a un propósito de adaptación del organismo al sistema productivo y a un aumento de la velocidad y la eficacia, que son valores dominantes en las sociedades capitalistas.

No obstante, esta suspicaz hipótesis considera el cuerpo únicamente como sustrato en el que residen las capacidades de producción y deja de lado el otro pilar que mantiene al sistema: el consumo. Pero si se concibe que un individuo puede ser modificado para resultar útil al sistema como consumidor, algunas modificaciones tecnológicas del cuerpo podrían interpretarse como prácticas encaminadas a satisfacer las necesidades de un sujeto hedonista que desea prolongar su vida o potenciar su capacidades físicas y mentales para disfrutar de una confortable existencia.[21] Un ejemplo de este tipo de modificaciones, que no responden a propósitos de mejora o reparación funcional, sino al consumo de nuevas experiencias,[22] lo encontramos en la nueva moda de un grupo de entusiastas tecnológicos denominados *grinders*, que han decidido implantarse pequeños magnetos en la punta de los dedos, generalmente en la parte lateral

[20] Ellie Zolfagharifard, "The Three-Armed Drummer with Superhuman Skills: Robot Prosthesis Transforms Amputee Into an Incredible 'Cyborg' Beat Machine", *Daily Mail*. Disponible en http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2575011/The-three-armed-drummer-superhuman-skills-Robot-prosthesis-transforms-amputee-incredible-cyborg-beat-machine.html. Consultado el 6 de marzo de 2014.

[21] Gilles Lipovetsky, *La felicidad paradójica*, Barcelona, Anagrama, 2012.

[22] Ben Popper, "Cyborg America: Inside the Strange New World of Basement Body Hackers", *The Verge*. Disponible en http://www.theverge.com/2012/8/8/3177438/cyborg-america-biohackers-grinders-body-hackers. Consultado el 8 agosto de 2012.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 268 11/10/16 3:33 PM

interna de la última articulación del dedo anular de la mano no dominante.[23] Las dos formas más comunes de realizar estos implantes es haciéndolo uno mismo (*Do It Yourself*) o dejándolo en manos de un artista corporal. El implante, usualmente de neodimio (magneto), en forma de disco y recubierto con una capa de silicona o parileno C que funciona como aislante, hace que los grinders perciban vibraciones electromagnéticas imperceptibles para los demás. Esto les hace disfrutar de un nuevo "sexto sentido" que, además, les permite realizar pequeños "trucos", como levitar corcholatas o clips aprovechando las fuerzas magnéticas. Otro tipo de implantes son los chips NFC (*Near Field Communication*) que usan los teléfonos inteligentes (*smartphones*) y otros aparatos. A diferencia de los magnetos, éstos se ubican en la palma de la mano, entre el pulgar y el índice. Su funcionamiento se basa en la emisión de radiofrecuencias de bajo poder que son reconocidas por sensores y que pueden desencadenar eventos pre-programados, como compartir archivos vía Bluetooth, de tal forma que si se programa e introduce en la mano, el chip podría abrir cerraduras, arrancar el auto, desbloquear la computadora o el teléfono, o funcionar como una tarjeta de pago.

Es cierto que estos dispositivos, utilizados hoy con un propósito lúdico, podrían cumplir otro tipo de funciones. Por ejemplo, se podrían establecer nuevos canales de información en el cerebro, que permitirían por medio de la percepción de campos magnéticos con un comando ultrasónico de navegación asistida, generar alternativas para ciegos o débiles visuales. O, como en el caso de Tim Cannon, activista *biohacker* que en noviembre de 2013 se introdujo en la parte anterior del brazo izquierdo un aparato llamado Circadia 1.0, que permite registrar y monitorear signos vitales, transmitiéndolos vía Bluetooth a una tableta Android y otros aparatos. El objetivo de este último implante es identificar los estímulos que aumentan o disminuyen la temperatura corporal

[23] Tracy Miller, "DIY Cyborg' Implants Computer Chip in Arm to Track Vital Signs", *New York Daily News*. Disponible en http://www.nydailynews.com/life-style/health/diy-cyborg-implants-computer-chip-arm-article-1.1504087#aBokLbSFvIbfGO5t.97. Consultado el 1 noviembre de 2013.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 269 11/10/16 3:33 PM

y dar una alerta (en este caso, el aparato encenderá una luz led que iluminará su antebrazo por debajo de la piel). No obstante, la misma empresa que lo fabrica, Grindhouse Wetware (compuesta por programadores, ingenieros y entusiastas de la tecnología), afirma que su aparato se centra en modificar el cuerpo para satisfacer propósitos artísticos. De hecho, otra de las funciones del artefacto es detectar si el usuario tuvo un día estresante para, en ese caso, enviar los datos a los demás aparatos ubicados en su casa y que generen un ambiente relajante (luces tenues, música, etcétera).[24]

Este tipo de implantes son utilizados en su gran mayoría por *biohackers*, una comunidad que defiende el acercamiento de la ciencia a la ciudadanía y que lleva a cabo prácticas de laboratorio en sus hogares. El ideal político que subyace a este movimiento es libertario, por lo que se oponen al control gubernamental o monopólico de las investigaciones y las patentes. Esto los lleva a defender la cultura de acceso libre y a compartir sus resultados rápidamente, de tal forma que la comunidad pueda recibir la información y así continuar produciendo conocimiento antes de que alguna instancia gubernamental imponga regulaciones. Esta posición política *biohacker* limitaría la interpretación del movimiento como una manifestación de lo biopolítico en el sentido de adhesión de los individuos al sistema. Sin embargo, aun dando por hecho que este movimiento constituye una fuerza disruptiva que pone en jaque los modelos de producción de conocimiento basados en la validación interna y el control de la institución científica, no deja de suscribir la idea de progreso que dio origen al industrialismo moderno y que sigue rigiendo en la sociedad post industrial, porque los *biohackers*, aunque confronten varias formas de tiranía (entre otras la de los expertos que han pretendido detentar en exclusividad la capacidad de producción de conocimiento) renuevan con ímpetu democrático la idea de que la mejora de las condiciones de vida pasa necesariamente por el desarrollo de más y mejor tecnología. Esta asimilación del ideal que ha configurado el mundo social desde la modernidad hace plausible la

[24] Samuel Gibbs, "Dangerous Things' xnt: a Personal nfc Chip in Your Hand", *The Guardian*. Disponible en http://www.theguardian.com/technology/2013/nov/01/dangerous-things-xnt-nfc-chip-indiegogo. Consultado el 1 de noviembre de 2013.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 270 11/10/16 3:33 PM

tesis de que las antropotecnologías constituyan nuevas formas de biopolítica en el sentido que en esta sección le hemos dado, esto es, como proyectos de integración del individuo a los valores dominantes del sistema político-económico.

Otra manifestación del carácter biopolítico de la antropotecnología se da con la ingesta de drogas que se usan, no como una forma de escapismo o recreación, sino para mejorar la concentración en los estudios de licenciatura y posgrado. El caso del modafinil es paradigmático. En un reportaje de Carole Cadwalladr se presenta el testimonio de varios alumnos que consumen este fármaco, normalmente administrado a pacientes con narcolepsia, para estimular su sistema nervioso central.[25] En estos sujetos sanos, el modafinil incrementa el nivel de concentración permitiendo que puedan estudiar por periodos mucho más largos y mejorar sus calificaciones. Al inicio, algunos de los estudiantes entrevistados no consideraban que su uso fuera necesario, pero conforme avanza el ciclo escolar y aumentan las diferencias con quienes consumen medicamentos, deciden adquirirlas para poder mantenerse en la competencia académica. Este tipo de drogas de mejoramiento cognitivo hacen estudiantes más eficaces dentro de las instituciones educativas. En este sentido, también forman parte del conjunto de antropotecnologías que se usan con el propósito de adaptar el organismo a los valores predominantes del sistema.

BIOPOLÍTICA BIOARTEFACTUAL COMO EMANCIPACIÓN

La segunda interpretación biopolítica de un bioartefacto se enfocaría en las liberaciones logradas gracias a la reprogramación e intervención de los cuerpos. Siguiendo la diferenciación entre ζωή y βίος propuesta por Agamben, podemos distinguir dos clases de biopolítica emancipadora: la que se desliga de

[25] Carole Cadwalladr, "Students Used to Take Drugs to Get High. Now They Take Them to Get Higher Grades", *The Guardian*. Disponible en http://www.theguardian.com/society/2015/feb/15/students-smart-drugs-higher-grades-adderall-modafinil?CMP=EMCNEWEML6619I2. Consultado el 15 de febrero de 2015.

los constreñimientos del propio cuerpo y la que se libera de las regulaciones gubernamentales.

En el primer caso, la autogestión y operabilidad del cuerpo permitiría escapar de las limitaciones propias de la condición biológica. Uno de los proyectos más radicales de escape de las constricciones corporales lo constituyen los intentos de prolongación de la existencia. Existen varios proyectos como *1)* la criopreservación del individuo (o de su cabeza), *2)* la descarga de la mente en un ordenador, en un avatar o en un ciborg (o *cyborg*) y o, *3)* el aumento del número de años de vida interviniendo en los mecanismos que son responsables del declive y la vejez. [26]

1. La criopreservación ofrece únicamente la promesa de conservar al individuo hasta que el avance en el conocimiento y la tecnología médica permitan encontrar una forma de descongelamiento exitosa y una cura para sus afecciones y enfermedades. De acuerdo con la Fundación Alcor (Alcor Life Extension Foundation), especializada en criopreservación, lo que su equipo de científicos busca no es revertir la muerte, sino aumentar los años de vida por medio del uso de la mejor tecnología existente.[27] La criopreservación (*cryonics*) parte de dos supuestos. El primero es que es posible congelar un cuerpo o cerebro humano sin destruir los tejidos ni las funciones. En el caso del cerebro se busca mantener las estructuras que permitan preservar la memoria y personalidad del individuo. El segundo es que la tecnología médica y científica continuará progresando hasta que la "resucitación tecnológica" sea posible. El mecanismo de criopreservación más eficiente es el de vitrificación, que consiste en enfriar un sistema biológico complejo de un estado de fluido móvil a uno de paro o detención molecular. El problema es que el proceso de recalentamiento o de desvitrificación no está suficientemente desarrollado, pues los cristales de hielo producidos inicialmente a bajas temperaturas crecen al momento de iniciar

[26] Anjana Ahuja, "Surely It's Only Transhuman Nature to Want to Live Forever". Disponible en *The Telegraph*, http://www.telegraph.co.uk/science/10110530/Surely-its-only-transhuman-nature-to-want-to-live-for-ever.html. Consultado el 10 de junio de 2013.

[27] Para mayor información recomendamos revisar la página de Alcor Life Extension Foundation, http://www.alcor.org/.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 272 11/10/16 3:33 PM

el recalentamiento provocando daños a nivel celular y tisular. Hasta ahora las únicas macroestructuras capaces de recuperarse del aumento de temperatura son pequeños ovarios, vasos sanguíneos, válvulas cardiacas, córneas y estructuras similares.[28] Y si bien se están realizando experimentos en perros y conejos en los que se vitrifican y desvitrifican órganos que finalmente se trasplantan con el objetivo de calcular la supervivencia del órgano y del animal, los resultados no son demasiado halagüeños. La desvitrificación de los riñones de conejo ha tenido como consecuencia la sobrevida de un solo ejemplar por 42 días.[29] A pesar de la baja tasa de éxito, los que ven en la criopreservación una posibilidad de prolongar indefinidamente su vida esperan obtener resultados en los próximos años.

El mantenimiento de la esperanza depositada en los proyectos de vitrificación dependerá del éxito de casos como el que se dio a conocer en abril de 2015. Matheryn Naovaratpong, una niña tailandesa de dos años de edad, sufrió un cáncer cerebral en el que perdió 80% del hemisferio cerebral izquierdo. A pesar de ser sometida a diferentes operaciones y sesiones de quimioterapia, la pequeña falleció el 8 de enero de 2015. Frente a este hecho, sus padres decidieron contratar los servicios de Alcor Life Extension Foundation con la esperanza de que en el futuro se pueda encontrar una cura para el cáncer de su hija y revivirla. El cerebro y el cuerpo de Matheryn están congelados por separado. El cerebro se encuentra en un contenedor de acero inoxidable al vacío, relleno de nitrógeno líquido a 196°C., su cuerpo, criopreservado en Tailandia, se envió a las instalaciones de Alcor en Arizona, EUA.[30]

[28] Gregory Fahy *et al*., "Physical and Biological Aspects of Renal Vitrification", *Organogenesis* 5, núm. 3 (2009), pp. 167-75.

[29] Este experimento requirió varios conejos a los cuales se les retiró un riñón, se les realizó proceso de vitrificación, desvitrificación, y reimplantación. La mayoría de los conejos murieron por necrosis glomerular; sin embargo, un conejo sobrevivió a este proceso y después de 42 días de sobrevida, lo sometieron a eutanasia para poder obtener muestras tisulares para seguimiento histológico.

[30] Brian Merchant, "The Girl Who Would Live Forever". Disponible en *Motherboard,* http://motherboard.vice.com/read/the-girl-who-would-live-forever. Consultado el 16 abril de 2015.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 273 11/10/16 3:33 PM

2. Aumentar la expectativa de vida hasta vivir por siempre

Con la implementación de la tecnología más avanzada se presentan diferentes alternativas para hacer realidad la utopía de la inmortalidad. En 1970 la expectativa de vida promedio en EUA era de 70.8 años, para 2008 era de 78 y se prevé que para 2020 sea de 79.5. Esta prolongación de la existencia, de acuerdo con la página del National Institute of Aging (perteneciente a los Institutos Nacionales de Salud, NIH por sus siglas en inglés), está siendo provocada por cambios en la alimentación, consumo de antioxidantes, dietas con ingesta restringida de calorías o tratamientos con hormonas, entre otros. No obstante, el transhumanismo no se conforma con el incremento de un par de años de vida, sino que pretende superar lo que consideran la enfermedad más grave a la que nos enfrentamos: la muerte.

En esta carrera hacia la inmortalidad,[31] la nueva compañía Human Longevity Inc., cofundada por Craig Venter, está analizando miles de genotipos y fenotipos humanos para rastrear enfermedades y procesos asociados al envejecimiento y así poder establecer los parámetros de un genoma sano y longevo.[32] Junto con el genoma, se analizarán también las bacterias, microorganismos y hongos que viven en y dentro del cuerpo humano y que conforman el microbioma (éste contribuye tanto al estado de salud como de enfermedad individual y, por tanto, puede proveer datos clave sobre enfermedad y envejecimiento). Una vez obtenidos los resultados y de acuerdo con ellos, localizar las bases genéticas de las enfermedades por medio de biomarcadores no sólo permitirá modificarlas, sino "arreglarlas" y mejorarlas.

[31] Meghan Neal, "Google Translate's Lead Scientist is Going to Help Conquer Death", *Motherboar*. Disponible en http://motherboard.vice.com/en_us/read/google-translates-lead-scientist-is-going-to-help-conquer-death. Consultado el 30 de julio de 2014.

[32] Para mayor información recomendamos revisar la página de Human Longevity Inc.: http://www.humanlongevity.com/.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 274 11/10/16 3:33 PM

Otro proyecto pone el foco de atención en lo que algunos denominan "el reloj celular", esto es, el incremento de la cantidad de telómeros,[33] por medio de la continua producción de telomerasa en nuestras células.[34] Estudios recientes han concluido que se puede producir esta enzima por medio de la inserción de genes activos y así incrementar el grosor de telómeros. El aumento de telómeros en células específicas, como células cardiacas, podría servir como tratamiento en pacientes que hayan sufrido un infarto al miocardio;[35] pero en caso de lograr incrementar su producción en todas las células del cuerpo, será posible mantener a las células vivas y "jóvenes" por más tiempo.[36] Compartiendo el objetivo de estos proyectos, el de Ray Kurzweil está centrado en la circulación de nanobots por el sistema circulatorio, de tal forma que limpien y den mantenimiento a las distintas células.[37]

3. Si los proyectos anteriores quieren preservar el cuerpo, otros tienen como objetivo conservar la mente haciendo una copia digital de ésta y descargándola en un ordenador. Una de las propuestas de este tipo más conocidas es la del multimillonario ruso Dmitry Itskov, presidente de la Iniciativa 2045,[38] que se ha impuesto como objetivo lograr en ese año descargar una copia digital de

[33] Capuchones de ADN que cubren las puntas de los cromosomas, al que se unen unas proteínas que permiten una adecuada división celular. Estos capuchones se acortan cada vez que la célula se divide, hasta llegar a un nivel mínimo en el que la célula ya no puede dividirse más, provocando envejecimiento y muerte celular.

[34] La telomerasa es la enzima celular que mantiene o incrementa el ADN necesario para mantener a los telómeros, pues como ya se mencionó, cada vez que la célula se multiplica los telómeros pierden una pequeña cantidad de ADN (y se acortan).

[35] Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO), "Heart Attacks Treated with New Gene Therapy Based on Telomerase Enzyme", *ScienceDaily*. Disponible en www.sciencedaily.com/releases/2014/12/141218103223.htm. Consultado el 18 de diciembre de 2014.

[36] Krista Conger, "Telomere Extensión Turns Back Aging Clock in Culture Human Cells, Study Finds", *Stanford Medicine News Center*. Disponible en http://med.stanford.edu/news/all-news/2015/01/telomere-extension-turns-back-aging-clock-in-cultured-cells.html. Consultado el 22 de enero de 2015.

[37] Andres Loubriel, "How Close Are Humans to Inmortality?". *Guardian Liberty Voice*. Disponible en http://guardianlv.com/2014/07/how-close-are-humans-to-immortality/. Consultado el 14 de julio de 2014.

[38] Para mayor información recomendamos revisar la página de 2045: http://2045.com/.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 275 11/10/16 3:33 PM

una mente en un portador no biológico (un "avatar").[39] Esta copia sería una versión sintiente del sujeto "descargado" capaz de vivir cientos (o miles) de años. El objetivo último de esta iniciativa es que el avatar sea un holograma, aunque los primeros intentos de descarga de la personalidad se llevarían a cabo en una máquina (un androide o un ciborg). El uso de avatares se ha justificado por sus potenciales beneficios. Por ejemplo, algunos discapacitados que sean presa de constricciones y dolores físicos podrían vivir en una máquina con mayor plenitud y comodidad. Otra opción prevista por quienes defienden este proyecto es el de utilizar a estas mentes-máquinas para hacer frente a catástrofes ambientales o explorar otros planetas.

La idea de descargar la personalidad en máquinas se basa en que estas últimas no envejecen y pueden sobrevivir a hambrunas, a la deshidratación o incluso al vacío del espacio. Porque la máquina tiene la ventaja, como dice Itskov, de que "sólo hay que darle mantenimiento".[40] El sueño de incorporar nuestra personalidad en un artefacto no sometido a los procesos de decadencia ni a las necesidades biológicas no es nuevo. Al menos ya ha sido explorado por la literatura de ciencia ficción, fuente inagotable de referencias donde se pueden rastrear distintos proyectos transhumanistas de modificación de las condiciones humanas. Así, en *El Doctor Lerne*, de Maurice Renard,[41] un malévolo científico que ha logrado controlar el intercambio de personalidad entre distintos cuerpos se obsesiona con la idea de introducir la suya en un coche para asegurarse una extensa vida de velocidad y potencia. No obstante, el proyecto transhumanista no se queda en el mero ejercicio literario y se pone en práctica para hacer realidad las ideas de la ficción. Tanto así que personalidades como Ray Kurzweil (actual director de la sección tecnológica de Google), Stephen Hawking y otros 30 científicos pertenecientes a instituciones de renombre como Harvard,

[39] El término "avatar" propuesto por Itskov surge de la película homónima, dirigida por James Cameron, en la que los humanos pueden "descargar" sus mentes en otro cuerpo.

[40] David Segal, "This Man is Not a Cyborg", *The New York Times*. Disponible en http://www.nytimes.com/2013/06/02/business/dmitry-itskov-and-the-avatar quest.html?pagewanted=all&_r=2. Consultado el 1 junio de 2013.

[41] Maurice Renard, *El doctor Lerne*, Madrid, Valdemar, 2007.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 276 11/10/16 3:33 PM

MIT y Berkeley, que conforman el panel de expertos de Iniciativa 2045, consideran que esta alternativa se podrá hacer realidad en las siguientes décadas. De cumplirse esta previsión, habrá que hacer frente a varios problemas filosóficos, jurídicos y éticos del proyecto, como la (im)posibilidad de emular una conciencia por medio de silicona, mantener la "personalidad" completa del individuo, establecer el estatus legal de una "persona" cuya mente ha sido descargada, asegurar la protección de datos, etcétera.[42]

A pesar de todos los problemas que pueda suscitar el proyecto, la descarga de la personalidad en una máquina retoma lo que para Foucault constituyó el anhelo originario de la humanidad: desprenderse del cuerpo y con él de todas sus carencias y defectos. Pero si Foucault consideró que este sueño, propio de religiones que proyectan un mundo de plenitud espiritual, desestima la importancia del cuerpo para cumplir la utopía; el proyecto transhumanista reactualiza la ensoñación encarnándola en un artefacto, una entidad física que es capaz de albergar percepciones, pensamientos y sueños propios de lo que fue el cuerpo del hombre. En este sentido, la incorporación de la mente en la máquina podría ser considerado un proyecto biopolítico de carácter emancipatorio.

Hasta ahora hemos descrito algunas tecnologías de modificación corporal para ejemplificar una forma biopolítica basada en la idea de excarcelación de los límites biológicos. Pero como dijimos al inicio de esta sección, existe otra cualidad biopolítica del bioartefacto que depende de la emancipación del cuerpo de los controles políticos. Los planteamientos de Haraway representan este potencial emancipador de la biopolítica.[43] Su obra se centra en la figura del *cyborg*, mezcla de organismo y máquina que ha hecho realidad la ciencia moderna. La tesis central es que el *cyborg*, a pesar de haber nacido en un sistema capitalista y bélico, tiene un potencial subversivo que nos otorga nuestra mejor arma política, ya que la hibridación hace estallar las dicotomías ontológicas constitutivas de la cosmovisión moderna: naturaleza-cultura, hombre-máquina, humano-animal.

[42] Kamil Muzyka, "Immortals, Posthumans –Require Regular Maintenance", *Institute for Ethics and Emerging Technologies*. Disponible en http://ieet.org/index.php/IEET/print/8405. Consultado el 12 de noviembre de 2013.

[43] Donna Haraway, *Ciencia, cyborgs y mujeres*, Madrid, Cátedra, 1995.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 277 11/10/16 3:33 PM

La tecnología, al ofrecernos la capacidad de reconstruir nuestro cuerpo y fusionarlo con máquinas y otras especies, vuelve obsoletos conceptos como género y especie, utilizados tradicionalmente para justificar políticas de dominación. La política *cyborg* que defiende Haraway tendría como condición de posibilidad el reconocimiento de la ambivalencia entre potencial de dominio y emancipador de la biotecnología:

> Un mundo de *cyborgs* podría ser la última imposición de un sistema de control en el planeta […]; la apropiación final de los cuerpos de las mujeres en una masculinista orgía de guerra. Desde otra perspectiva, un mundo *cyborg* podría tratar de realidades sociales y corporales vividas en las que la gente no tiene miedo de su parentesco con animales y máquinas ni de identidades permanentemente parciales, ni puntos de vista contradictorios.[44]

Otro autor que ha puesto especial énfasis en el carácter liberador de la biotecnología es Nikolas Rose. Para él la racionalidad de la política que subyace a las sociedades liberales actuales incrementa "la responsabilidad de los individuos para gestionar sus propios asuntos".[45] Este aumento de autonomía y capacidad de autogestión de la vida es fruto de los procesos de innovación capitalista, ya que son las nuevas tecnologías de reproducción y modificación genética las que permiten a la población controlar, gestionar, reprogramar y moldear muchas de sus capacidades. Para Rose, la política de los países liberales recae en el control de la vida en sí misma. Por eso, en el ámbito de las antropotecnologías, este régimen debería estar basado en una comunidad de individuos responsables que se desprendan de la custodia del Estado y realicen transformaciones en su propio cuerpo. El ciudadano, al reapropiarse del control de su organismo y poder reconfigurarlo, se convertiría en un biociudadano que deja de estar sometido a las prácticas biopolíticas gubernamentales.

[44] *Ibid*., p. 263.

[45] Nikolas Rose, *The Politics of Life in Itself. Biomedicine, Power and Subjetivity in the Twenty-First Century*, Princeton, Princeton University Press, 2007.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 278 11/10/16 3:33 PM

BIOPOLÍTICA BIOARTEFACTUAL COMO EXCLUSIÓN

La última de las formas en que puede afirmarse que un bioartefacto posee biopolítica hace referencia a los espacios de exclusión que genera. Al haber establecido un carácter ambivalente en la capacidad tecnológica de control del cuerpo, hemos aceptado que la biopolítica tiene un potencial emancipador. Por este motivo, si se excluyera a algunos sectores de población de los beneficios y avances de las antropotecnologías se generarían situaciones de injusticia. De hecho, sería razonable suponer que los biociudadanos a los que hacía referencia Rose, al ser capaces de optimizar su organismo gracias a los adelantos técnicos, fueran a distanciarse cada vez más, en cuanto a ventajas orgánicas se refiere, de una masa de población biomarginada sin recursos y condenada a sufrir las limitaciones de un cuerpo en condiciones de pobreza. Y si bien es cierto que esto no es más que una hipótesis, adquiere grandes dosis de plausibilidad si constatamos la distancia real que existe actualmente en relación al acceso a medicamentos, vacunas y tratamientos.

Sin embargo, los transhumanistas libertarios (aquellos que consideran que la mejor alternativa es dejar la regulación en manos del mercado) parten del hecho de que nuestra situación actual ya es injusta. Nuestras características físicas y capacidades, influidas por la posición social y el poder adquisitivo (un niño que viva en situación de pobreza es más propenso a presentar desnutrición, a sufrir enfermedades, y por tanto, a no desarrollar sus capacidades cognitivas), suponen un actual estado de asimetría. Por tanto, el desarrollo de las antropotecnologías no empeoría la situación, sino que seguiría la lógica de diferenciación propia de la evolución biológica y la sociedad capitalista. En definitiva, para los transhumanistas libertarios la posibilidad de aumentar la brecha económica-social no es razón suficiente para prohibir aquellas tecnologías destinadas a incrementar nuestras capacidades y mejorarnos como seres humanos, ya sea a nosotros mismos o a nuestra descendencia. Por el contrario, desde su perspectiva, las tecnologías de mejoramiento deberían permitirse y estar disponibles, pues con ello entrarán en la dinámica del mercado y de la competencia, desembocando en una mejora

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 279 11/10/16 3:33 PM

técnica a mediano o largo plazo, una reducción de costos y, por tanto, en un mayor acceso para la población.[46]

Si bien éstas son las dos posturas que representan los extremos de la discusión, se han presentado diferentes alternativas intermedias. Éste es el caso de James Hughes que defiende una posición denominada "transhumanismo democrático".[47] Su propuesta comparte la postura transhumanista general, caracterizada por un claro entusiasmo respecto al uso de tecnologías que permiten modificar el cuerpo humano, prolongar la esperanza de vida, mejorar las capacidades cognitivas, realizar programas de verdadera inteligencia artificial (IA), y convertir al humano en *cyborg*. Para Hughes un movimiento político basado tanto en el progreso tecnológico como en las libertades individuales permitirá regular y distribuir democráticamente aquellas tecnologías que puedan ser libremente utilizadas, generando así un mundo unido, equitativo y empoderado. Esto se logrará por medio de proyectos de accesibilidad creciente de estas mejoras que permitirán que cada persona alcance su potencial más alto.

Consciente del problema de que serán los más acaudalados los que tendrán acceso y podrán pagar por el uso de las tecnologías de mejoramiento, Hughes se mantiene optimista. Si la lucha por los derechos humanos en los sesenta era impensable para las sociedades del siglo XVII, es posible pensar que en el futuro se establecerán mecanismos de empoderamiento tecnológico de la sociedad. Por tanto, nuestro deber actual es pugnar por una sociedad saludable, educada y longeva que tenga acceso equitativo a la tecnología. Para conseguir este objetivo, Hughes propone un modelo de intervencionismo estatal que permita regular la tecnología atendiendo, sobre todo, las cuestiones de seguridad y riesgo que aquélla genere. En este sentido su propuesta difiere de la de los transhumanistas aversivos a las regulaciones gubernamentales, pues argumenta a favor del control centralizado para evitar catástrofes tecnológicas que pudieran

[46] Este argumento se puede encontrar en John Harris, *Enhancing Evolution*, Princeton, Princeton University Press, 2007.

[47] James Hughes, *Citizen Cyborg*: *Why Democratic Societies Must Respond to the Redesigned Human of the Future*, Cambridge, Westview, 2004.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 280 11/10/16 3:33 PM

ocurrir por el uso militar o terrorista de la nanotecnología, la ingeniería genética o la inteligencia artificial.

Las posiciones expuestas en este apartado se centran en la brecha tecnológica y la exclusión de una gran capa de población que no tendrá acceso a las tecnologías de mejoramiento. Por un lado, las propuestas libertarias apelan a la lógica del mercado para abaratar la tecnología y aumentar su accesibilidad. Por otro, las propuestas democráticas defienden una repartición equitativa de los tratamientos de mejoramiento regulada por el Estado. En ambos casos, el problema a resolver es el mismo, un fenómeno de exclusión que constituye la tercera manifestación de la biopolítica bioartefactual de los proyectos antropotecnológicos.

LA DIMENSIÓN NO BIOPOLÍTICA DE LA POLÍTICA BIOARTEFACTUAL

Hasta ahora hemos diferenciado tres maneras en que puede entenderse que un bioartefacto generado mediante prácticas antropotecnológicas tenga biopolítica: una por la adhesión al sistema, otra por los espacios de libertad que abre y la última por las exclusiones que se generan. Pero, ¿es esta tipología de cualidades biopolíticas suficiente para comprender plenamente la dimensión política de los bioartefactos contemporáneos? A nuestro juicio, los fenómenos de exclusión y de ambivalencia (sometimiento y liberación) no logran cubrir el espectro de problemas políticos ni dan cuenta de algunos de los fenómenos más importantes en las controversias actuales sobre los proyectos tecnocientíficos de modificación y mejoramiento de los organismos humanos. Por esta razón, proponemos analizar el fenómeno político de la bioartificialidad contemporánea con el marco teórico propuesto por Langdon Winner.[48]

El propósito de Winner fue el de analizar políticamente dispositivos tecnológicos y artefactos sin tomar en consideración valores como eficacia y eficiencia,

[48] Langdon Winner, *La ballena y el reactor. Una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología*, Barcelona, Gedisa, 2008.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 281 11/10/16 3:33 PM

sino evaluando las formas específicas de poder y autoridad que encarnan sus diseños. Esta perspectiva arroja tres cualidades políticas que puede poseer un artefacto.

La primera de ellas surge al aceptar que una tecnología posee política si está diseñada o creada para resolver algún problema concreto de una comunidad. No obstante, esta noción de lo político es demasiado laxa y no aporta demasiado a una interpretación de la bioartefactualidad, ya que se adhiere a la idea clásica según la cual es inherente a cualquier actividad técnica el establecimiento de un propósito de resolución de alguna situación problemática. Las dos maneras restantes de comprender el carácter político de las producciones tecnológicas son mucho más interesantes, pues establecen como elemento central de análisis la relación entre el diseño del artefacto y el medio social que se requiere para mantenerlo en funcionamiento. Centrándose en esta relación, Winner cree que existen tecnologías que, aunque proclives a generar entornos con relaciones sociales específicas, poseen un diseño que les confiere la suficiente flexibilidad como para que distintos grupos puedan competir por su control y uso. Un ejemplo paradigmático de sistema tecnológico con un diseño flexible sería internet, pues aunque surgiera de un contexto bélico, su expansión ha originado diferentes usos: algunos subversivos, otros con el propósito de controlar y vigilar las comunicaciones, y muchos más con fines laborales, relacionales, lúdicos o artísticos.

Este modo de entender la dimensión política de los artefactos es afín al enfoque constructivista desarrollado por Bijker y Pinch, quienes en su conocido trabajo sobre la evolución de la bicicleta utilizaron el concepto de flexibilidad interpretativa para referirse a una situación en la que diferentes grupos interpretan el diseño de un artefacto en función de la satisfacción de sus necesidades, valores, intereses o deseos.[49] Su ejemplo paradigmático refiere al momento en que la bicicleta tenía la rueda delantera con un radio casi tres veces mayor

[49] Wiebe Bijker y Trevor Pinch, "The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other", en Wiebe Bijker, Thomas Hughes y Trevor Pinch (eds.), *The Social Construction of Technological Systems*, Massachussets, MIT Press, 1993, pp. 17-50.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 282 11/10/16 3:33 PM

que la trasera y diversos grupos toman posiciones en torno al diseño. A algunos hombres de mediana edad les gustaba ese modelo porque les confería una masculina sensación de superioridad. Por su parte, mujeres y niños tenían dificultades para utilizarla y deseaban un medio de transporte que fuera más seguro, cómodo y estable. La ventaja de este marco de interpretación de la evolución tecnológica es que introduce en el análisis de la evolución de la tecnología a distintos grupos relevantes que compiten por imponer una interpretación del artefacto y se desprende de la línea de pensamiento determinista imperante en el análisis filosófico de los fenómenos técnicos. Con este enfoque, la evolución de los diseños deja de pensarse como una trayectoria unidireccional que depende de la búsqueda de mayor eficiencia y se comienza a considerar un fenómeno abierto a lo contingente y objeto de luchas sociales de grupos y usuarios.

Esta manera de pensar los artefactos permite dar cuenta de la importancia que tiene la movilización de la población cuando se involucra en la interpretación y la lucha por la dirección de la tecnología. En el ámbito de las antropotecnologías, el conflicto axiológico es manifiesto en el surgimiento y consolidación del movimiento DIYbio (*Do It Yourself Biology*), ya que supone la incorporación de ciudadanos que pretenden competir con la industria por el desarrollo de la biotecnología. La inclusión del movimiento *biohacker* en este concepto de lo político no anula la dimensión biopolítica que le atribuimos anteriormente. Al contrario, lo que pone de manifiesto esta doble atribución es que las dimensiones políticas de la tecnología a veces se superponen.

El caso DIYbio pone sobre la mesa la pregunta de quién tiene derecho a controlar la biología molecular y dirigir las revoluciones en medicina, el remplazamiento de combustibles fósiles y, en general, diversos e importantes aspectos de nuestra vida cotidiana.[50] Los grupos DIYbio desarrollan proyectos biotecnológicos alternativos a la ciencia de bata blanca de la universidad y la industria. Según el perfil que ha establecido la revista *Nature*, 92% de estos activistas

[50] Ellen Jorgensen, "Biohacking –You Can Do It, Too", video de TED, 10:08. Disponible en http://www.ted.com/talks/ellen_jorgensen_biohacking_you_can_do_it_too. Grabado en junio de 2012.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 283 11/10/16 3:33 PM

trabaja en espacios comunitarios, 36% es menor a 35 años y la mayoría tiene estudios avanzados y está aprendiendo biotecnología, con la diferencia de que no lo hacen en instituciones ni centros tradicionales (como las universidades).[51] La idea que los impulsa es que cualquiera puede hacer biotecnología, no sólo las grandes compañías o laboratorios avalados por el Estado. Aprovechando un vacío regulativo en el área, los grupos DIYbio pueden hacer prácticamente lo que quieran (desde generar un aparato de bajo costo para detectar la malaria, hasta producir plantas fluorescentes) siempre y cuando sea legal. De esta forma, la secuenciación de ADN, la adquisición de una máquina PCR (Polimerase Chain Reaction), el diseño de nuevas biomoléculas o la modificación de seres vivos ya no está restringida a quienes tienen acceso a las instituciones que hasta ahora habían dominado y moldeado el camino biotecnológico.

El ejemplo DIYbio nos sirve para afirmar que la idea de conflicto axiológico es útil para comprender situaciones de controversia que generan distintos proyectos bioartefactuales. Las divergencias de opiniones responden a muchos tipos de consideraciones: religiosas, morales, políticas, estéticas, económicas o de cualquier otra índole. La emergencia de una multiplicidad de grupos que se van constituyendo y reagrupando en torno a diferentes interpretaciones sobre los distintos bioartefactos pone en entredicho la noción biopolítica de ambivalencia que los interpretaba en clave de inserción al sistema o emancipación. Lo que parece manifestarse no es una dramática lucha por la liberación o la servidumbre, sino un aumento de la participación de distintos grupos en discusiones que tienen que ver con las oportunidades, riesgos y valores que aportan los distintos procesos de tecnificación de la existencia.[52] De esta forma, aparecen bioartistas que, al experimentar con genes y tejidos, interpretan la bioartificialidad como un campo de investigación estético; biohackers que llevan a cabo procedimientos de manipulación genética en sus propios garajes

[51] Nature, "The DIY Dilemma. Misconceptions About Do-It-Yourself Biology Mean That Opportunities Are Being Missed", *Nature*. Disponible en http://www.nature.com/news/the-diy-dilemma-1.14240. Consultado el 26 de noviembre de 2013.

[52] Ulrich Beck, "La reinvención de la política", en Ulrich Beck, Anthony Giddens y Scott Lash (eds.), *Modernidad reflexiva*, Madrid, Alianza Editorial, 2001, p. 39.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 284 11/10/16 3:33 PM

y ponen en entredicho la idea de que la biotecnología es un ámbito exclusivo de expertos; multinacionales que defienden el sistema de patentes para asegurar los beneficios y la innovación; padres que no desean implantar un dispositivo coclear a su hija para garantizar su pertenencia a la comunidad sorda; ciudadanos preocupados que exigen moratorias en la investigación; científicos que reclaman más permisibilidad a los gobiernos para poder llevar a cabo trabajos experimentales sin impedimentos regulatorios; *cyborgs* acromatópsicos que fabrican dispositivos para poder diferenciar los colores y acaban realizando composiciones artísticas sonocromáticas; en definitiva, una enorme cantidad de sujetos y grupos que van configurando su identidad mientras se confrontan con las nuevas formas de bioartefactualidad. Este permanente y multiaxial conflicto hermeneútico y valorativo de los bioartefactos no responde a una lucha por la emancipación o la sujeción, sino a un conflicto por la interpretación dominante de la tecnología y del ser humano.

Una de las virtudes de esta forma de entender la política de los bioartefactos es que otorga importancia a una clase de grupos sociales que no son considerados en los planteamientos biopolíticos clásicos: el de aquellos que rechazan volutariamente una tecnología. Desde la perspectiva biopolítica, los únicos sujetos que no utilizan la tecnología dignos de tener en cuenta son aquellos marginados que no pueden disfrutar de los beneficios de la investigación. En cambio, con un enfoque centrado en el conflicto, cobran un papel protagónico grupos que rechazan voluntariamente su uso y se reconoce la importancia que su opinión puede tener para condicionar las trayectorias tecnológicas. En el ámbito del transhumanismo, estos opositores se han enfrentado a los partidarios del uso de antropotecnologías en el terreno de las ideas. De una parte, autores como Nick Bostrom, Gregory Stock o Maxwell Mellman defienden que estas intervenciones deberían estar ampliamente disponibles para que cualquiera pueda decidir si se las aplican a sí mismos o a su descendencia;[53] por su parte, un grupo de académicos bioconservadores vienen desarrollando y

[53] Nick Bostrom, "The Future of Humanity", *Geopolitics, History and International Relations* 1, núm. 2 (2009), pp. 41-78.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 285 11/10/16 3:33 PM

puliendo desde hace años argumentos para intentar convencernos de que estos proyectos suponen una amenaza para la "naturaleza humana". Este último grupo sólo acepta el uso de antropotecnologías si se mantiene restringido al ámbito de la salud, pues parte del supuesto de que una aplicación sin restricciones, en pos del perfeccionamiento humano, socavaría la dignidad humana.[54]

Por último, la tercera manera en que Winner entiende que los artefactos pueden tener política es, sin duda, la más controvertida. Para él, existen artefactos cuyo diseño sólo es compatible con un contexto determinado de relaciones sociales. En estos casos, la tecnología es inherentemente política, pues encarna relaciones asimétricas que no son susceptibles de resolverse mediante un uso alternativo que posibilite la emancipación. El caso paradigmático que Winner utilizó para explicar su noción de tecnología inherentemente política es el de los puentes de Long Island construidos por Robert Moses. A diferencia de otros puentes de la ciudad, éstos son significativamente más bajos. Según la interpretación de Winner, esta diferencia de altura respondía a un propósito de segregación social, pues como los autobuses (más altos que el puente) eran utilizados por las clases menos pudientes, la construcción permitía el acceso a automóviles de ciudadanos pertencientes a una clase económicamente superior e impedía el acceso a aquellos que sólo podían desplazarse en transporte público.

La idea de una tecnología inherentemente política ha sido sometida a crítica por Latour.[55] Para el filósofo francés es un error pensar que un diseño tecnoló-

[54] Este conflicto en torno a las tecnologías de transformación de lo humano trasciende el ámbito teórico, ya que las ideas del transhumanismo impulsan algunos proyectos tecnológicos y los argumentos de algunos bioconservadores pueden influir en el establecimiento de marcos legales y la modelación de las políticas públicas. Como ejemplo, el consejo que presidía el filósofo conservador Leon Kass, presidente del comité de bioética en la presidencia de George Bush Jr., prohibió el uso de células madre embrionarias y la clonación con fines terapeúticos y reproductivos. Véase President's Council on Bioethics, *Human Cloning and Human Dignity*: *An Ethical Inquiry*, Washington, The President's Council on Bioethics, 2002. Disponible en https://bioethicsarchive.georgetown.edu/pcbe/reports/cloningreport/.

[55] Bruno Latour, "La tecnología es la sociedad hecha para que dure", en Miquel Domènech y Francisco Tirado (eds.), *Sociología simétrica*. *Ensayos sobre ciencia*, *tecnología y sociedad*, Barcelona, Gedisa, 1998, pp. 109-42.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 286 11/10/16 3:33 PM

gico genere una situación de injusticia o asimetría de manera definitiva ya que debe tenerse en cuenta el carácter contingente de la función artefactual. La implementación de un artefacto, aun cuando pueda satisfacer inicialmente los propósitos políticos del diseñador, pronto se verá afectada por una diferente interpretación y utilización por parte de los usuarios que modificará las relaciones que habían sido previstas. Por eso, lo que Latour propone es una noción de programa de acción. Con ella, se refiere a una cadena de modificaciones de la configuración sociotécnica que se irá desarrollando de manera contingente en tanto vayan variando las relaciones entre artefacto y sociedad. Esta crítica acierta en señalar las dificultades que tiene la tesis de la tecnología inherentemente política para explicar la variabilidad y movilidad de las redes sociotécnicas y el surgimiento de consecuencias sociales no intencionales provocadas por el uso de una tecnología. Pero a pesar de que esta crítica reduzca las posibilidades interpretativas de la noción política de Winner, parece que ésta aún puede seguir aplicando en algunos casos límites. Por ejemplo, la creación y uso de un artefacto de destrucción masiva impone una relación de dominio sobre la vida de los otros (o en el peor de los casos, sobre la vida en general) que no es susceptible de generar relaciones alternativas que puedan modificar la situación de sometimiento y aniquilación. En este sentido, la tercera dimensión política de la tecnología se mantiene aun cuando sólo sea una posibilidad teórica. Ahora bien, ¿es aplicable a los proyectos antropotecnológicos? En el caso de las políticas bioartefactuales encontraríamos las mismas dificultades para mantener la existencia de esta dimensión que en los casos que utiliza Winner. Sin embargo, conviene la pena considerar la creación de bioartefactos diseñados de tal forma que constituyan relaciones de dominación donde queda bloqueada toda posibilidad de emancipación. De esta forma reactualizaríamos la evaluación política de los artefactos con otro tipo de puentes, ya no los de Long Island, sino los que conectan la condición humana actual con un futuro posthumano.

Para encontrar proyectos antropotecnológicos que satisfagan la idea de sometimiento irreversible habría que buscar prácticas de modificación que supongan un daño al organismo intervenido, de tal forma que lo coloque en una situación de vulnerabilidad que no pueda ser resuelta. Pero esto no es suficiente,

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 287 11/10/16 3:33 PM

ya pueden darse intervenciones en el organismo que desemboquen de manera no intencional en un daño irreparable. De nuevo en el terreno de la ficción, en la obra de Maurice Renard encontramos un caso de consecuencias no intencionales y perniciosas de proyectos de mejoramiento humano en el *L'Homme truqué*,[56] donde se narra la historia de un soldado que ha perdido la vista en la guerra y es hecho prisionero por un científico alemán. Este último, experto en oftalmología, le implanta unos ojos electroscópicos que le permiten ampliar su espectro de visión. El soldado, lejos de disfrutar de esta capacidad que le permite percibir campos electromagnéticos, radiaciones y otras fuerzas ocultas para el resto de humanos, no soporta su nueva visión y acaba muriendo en condiciones demenciales. La moraleja de este relato debería servir para establecer criterios prudenciales antes de impulsar proyectos de ampliación de capacidades, porque si bien pretender mejorar nuestra condición es un propósito loable, la incertidumbre respecto a las consecuencias que pudieran tener este tipo de modificaciones es alta. Así, antes de intentar proyectos como el del mejoramiento de la memoria, habría que tener en cuenta el sufrimiento y las dificultades sociales que tienen aquellos que, como Funes el memorioso,[57] padecen de hipertimesia y son capaces de evocar hasta el más mínimo detalle autobiográfico.

Pero, como dijimos, estas tecnologías nocivas para el individuo modificado no serían inherentemente políticas, ya que el daño se produce de manera no intencional. Las antropotecnologías inherentemente políticas serían aquellas que intervienen el organismo, no con fines paternalistas o con propósitos de mejoramiento, sino con el objetivo de someter al organismo mediante una merma en sus facultades, capacidades o funciones. Esta situación, no obstante, es contraria a los propósitos explícitos del movimiento transhumanista, pues se basan en un ideal de mejoramiento de la condición humana. Sin embargo, en tanto que las capacidades técnicas existan, es posible pensar en proyectos de empeoramiento

[56] Maurice Renard, *L´homme truqué,* Talence, L'Arbre Vengeur, 2014.
[57] Jorge Luis Borges, *Ficciones*, Buenos Aires, Debolsillo, 2011, pp. 123-135.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 288 11/10/16 3:33 PM

con fines de dominación que reduzcan irreversiblemente las capacidades (reproductivas, de reflexión, de memoria, de empatía, etcétera). Lo anterior ejemplificaría la dimensión inherentemente política que la antropotecnología posee, al menos en potencia. Esta posibilidad, hecha realidad en proyectos eugenésicos de esterilización de razas y llevada al paroxismo en diferentes distopías literarias, mostraría una forma de política de sometimiento que cercena cualquier posibilidad emancipatoria.

CONCLUSIÓN

En este trabajo se ha llevado a cabo una clasificación de tres diferentes manifestaciones biopolíticas en el terreno de las modificaciones tecnológicas contemporáneas del cuerpo humano. La primera de ellas, basada en la idea de inserción del individuo en el sistema económico-político, sirve para interpretar la incorporación de tecnologías que vuelven más eficiente al organismo y le confieren nuevas experiencias de confort y ocio. La segunda, apoyada en las posibilidades emancipatorias que Foucault atribuye a la transformación del cuerpo, queda ejemplificada en las aspiraciones transhumanistas de trascendencia de las limitaciones de la carne, así como en los proyectos de liberación política *cyborg* que buscan desligarse de las cargas ideológicas adscritas a las características físicas del individuo. La tercera, por último, hace referencia a la exclusión de un amplio sector de la población de los beneficios que otorga la tecnología. También se mostró que la perspectiva biopolítica debe complementarse con otros enfoques teóricos. En este sentido, las tesis de Langdon Winner han servido para evidenciar otras cualidades políticas de los bioartefactos generados mediante proyectos antropotecnológicos. En concreto, se han develado dos manifestaciones políticas, una centrada en el conflicto de valores de grupos que se van constituyendo en torno a la interpretación de distintos proyectos tecnológicos, y otra basada en la idea de una situación de dominio irreversible mediante la modificación tecnológica del organismo. Más allá del enriquecimiento conceptual que pueda proporcionar este análisis, las

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 289 11/10/16 3:33 PM

implicaciones que tiene la detección de estas dimensiones de la política de los bioartefactos son importantes. Esto por dos razones: primero, porque concebir las antropotecnologías como un terreno de conflicto de valores permite trasladar al ámbito de los proyectos de mejoramiento humano propuestas de democratización tecnológica; segundo, porque pensar en la posibilidad de desarrollar diseños bioartefactuales que generen una relación de sometimiento irreversible debería constituir una razón suficiente para defender un control prudencial de las investigaciones en el ámbito de la modificación de los organismos humanos.

BIBLIOGRAFÍA

2045. Disponible en http://2045.com/.

Agamben, Giorgio, *Homo sacer. El poder soberano y la nuda vida*. Valencia, Pre-Textos, 2003.

———, *La comunidad que viene,* Valencia, Pre-Textos, 1996.

Ahuja, Anjana, "Surely it's Only Transhuman Nature to Want to Live Forever", *The Telegraph*. Disponible en http://www.telegraph.co.uk/science/10110530/Surely-its-only-transhuman-nature-to-want-to-live-for-ever.html. Consultado el 10 de junio de 2013.

Alcor Life Extension Foundation. Disponible en http://www.alcor.org/.

Beck, Ulrich, "La reinvención de la política", en Ulrich Beck, Anthony Giddens y Scott Lash (eds.), *Modernidad reflexiva*, Madrid, Alianza Editorial, 2001, pp. 13-73.

Benford, Gregory, y Elizabeth Malartre, *Beyond Human. Living with Robots and Cyborgs*, Nueva York, Forge, 2007.

Bijker, Wiebe, y Trevor Pinch, "The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other", en Wiebe Bijker, Thomas Hughes y Trevor Pinch (eds.), *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge, The MIT Press, 1993, pp. 17-50.

Borges, Jorge Luis, *Ficciones*, Buenos Aires, Debolsillo, 2011.

Bostrom, Nick, "Transhumanist Values", en Frederick Adams (ed.), *Ethical Issues for the 21st Century*, Charlottesville, Philosophy Documentation Center, 2003.

———, "The Future of Humanity", *Geopolitics, History and International Relations* 1, núm. 2 (2009), pp. 41-78.

Buchanan, Allen, *Beyond Humanity? The Ethics of Biomedical Enhancement*, Oxford, Oxford University Press, 2013.

Cadwalladr, Carole, "Students Used to Take Drugs to Get High. Now They Take Them to Get Higher Grades", *The Guardian*. Disponible en http://www.theguardian.com/society/2015/feb/15/students-smart-drugs-higher-grades-adderall-modafinil?CMP=EMCNEWEML6619I2. Concultado el 15 de febrero de 2015.

Centro Nacional de Investigaciones Oncológicas (CNIO), "Heart Attacks Treated with New Gene Therapy Based on Telomerase Enzyme", *ScienceDaily*. Disponible en www.sciencedaily.com/releases/2014/12/141218103223.htm. Consultado el 18 de diciembre de 2014.

Conger, Krista, "Telomere Extensión Turns Back Aging Clock in Culture Human Cells, Study Finds", *Stanford Medicine News Center*. Disponible en http://med.stanford.edu/news/all-news/2015/01/telomere-extension-turns-back-aging-clock-in-cultured-cells.html. Consultado el 22 de enero de 2015.

Dorador González, Jesús Manuel, "Robótica y prótesis inteligentes". *Revista Digital Universitaria* 6 (2004): 2-15. Disponible en http://www.revista.unam.mx/vol.6/num1/art01/art01_enero.pdf.

Eveleth, Rose, "Should Oscar Pistorius's Prosthetic Legs Disqualify Him from the Olympics?", *Scientific American*. Disponible en http://www.scientificamerican.com/article/scientists-debate-oscar-pistorius-prosthetic-legs-disqualify-him-olympics/. Consultado el 24 de julio de 2012.

Fahy, Gregory, Brian Wowk, Roberto Pagotan, Alice Chang, John Phan, Bruce Thomson y Laura Phan, "Physical and Biological Aspects of Renal Vitrification", *Organogenesis* 5, núm. 3 (2009), pp. 167-175.

Foucault, Michel, *El cuerpo utópico,* Buenos Aires, Nueva Visión, 2010.

———, *El nacimiento de la biopolítica*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 2007.

Foucault, Michel, *Historia de la sexualidad I. La voluntad de saber,* México, Siglo XXI, 1998.

Gibbs, Samuel, "Dangerous Things'xNT: A Personal NFC Chip in Your Hand", *The Guardian*. Disponible en http://www.theguardian.com/technology/2013/nov/01/dangerous-things-xnt-nfc-chip-indiegogo. Consultado el 1 de noviembre de 2013.

Haraway, Donna, *Ciencia, cyborgs y mujeres,* Madrid, Cátedra, 1995.

Harris, John, *Enhancing Evolution*, Princeton, Princeton University Press, 2007.

Hughes, James, *Citizen Cyborg: Why Democratic Societies Must Respond to the Redesigned Human of the Future,* Cambridge, Westview, 2004.

Human Longevity Inc. Disponible en http://www.humanlongevity.com/.

Jorgensen, Ellen, "Biohacking –you can do it, too" video TED. Disponible en http://www.ted.com/talks/ellen_jorgensen_biohacking_you_can_do_it_too. Grabado en junio de 2012.

Latour, Bruno, "La tecnología es la sociedad hecha para que dure", en Miquel Domènech y Francisco Tirado (eds.), *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad.* Barcelona, Gedisa, 1998, pp. 109-142.

Lipovetsky, Gilles, *La felicidad paradójica,* Barcelona, Anagrama, 2012.

Loubriel, Andres, "How Close are Humans to Immortality?", *Guardian Liberty Voice*. Disponible en http://guardianlv.com/2014/07/how-close-are-humans-to-immortality/. Consultado el 14 de julio de 2014.

Merchant, Brian, "The Girl Who Would Live Forever", *Motherboard*. Disponible en http://motherboard.vice.com/read/the-girl-who-would-live-forever. Consultado el 16 de abril de 2015.

Miller, Tracy, "DIY Cyborg' Implants Computer Chip in Arm to Track Vital Signs", *New York Daily News*. Disponible en http://www.nydailynews.com/life-style/health/diy-cyborg-implants-computer-chip-arm-article-1.1504087#aBokLbSFvIbfGO5t.97. Consultado el 1 de noviembre de 2013.

Muzyka, Kamil, "Immortals, Posthumans –Require Regular Maintenance", *Institute for Ethics and Emerging Technologies*. Disponible en http://ieet.org/index.php/IEET/print/8405. Consultado el 12 de noviembre de 2013.

Nature, "The DIY Dilemma. Misconceptions About Do-It-Yourself Biology Mean That Opportunities Are Being Missed", *Nature*. Disponible en http://www.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 292 11/10/16 3:33 PM

nature.com/news/the-diy-dilemma-1.14240. Consultado el 26 de noviembre de 2013.

Neal, Meghan, "Google Translate's Lead Scientist is Going to Help Conquer Death", *Motherboard*. Disponible en http://motherboard.vice.com/en_us/read/google-translates-lead-scientist-is-going-to-help-conquer-death. Consultado el 30 de julio de 2014.

Ohio State University-Wexner Medical Center, "New Device Allows Brain to Bypass Spinal Cord, Move Paralyzed Limbs", *ScienceDaily*. Disponible en www.sciencedaily.com/releases/2014/06/140625130137.htm. Consultado el 25 de junio de 2014.

Popper, Ben, "Cyborg America: Inside the Strange new World of Basement Body Hackers", *The Verge*. Disponible en http://www.theverge.com/2012/8/8/3177438/cyborg-america-biohackers-grinders-body-hackers. Consultado el 8 de agosto de 2012.

President's Council on Bioethics, *Human Cloning and Human Dignity: An Ethical Inquiry*, Washington, The President's Council on Bioethics, 2002.

Prisco, Giulio, "Italy Elects First Transhumanist MP", Kurzweil Accelerating Intelligence Blog. Disponible en http://www.kurzweilai.net/italy-elects-first-transhumanist-mp. Consultado el 26 de agosto de 2012.

Regalado, Antonio, "The Brain is Not Computable", *MIT Technology Review*. Disponible en : http://www.technologyreview.com/view/511421/the-brain-is-not-computable/. Consultado el 18 de febrero de 2013.

Renard, Maurice, *L´homme truqué,* Talence, L'Arbre Vengeur, 2014.

———. *El doctor Lerne*, Madrid, Valdemar, 2007.

Rose, Nikolas, *The Politics of Life in Itself. Biomedicine, Power and Subjetivity in the Twenty-First Century,* Princeton, Princeton University Press, 2007.

Segal, David, "This Man is Not a Cyborg", *The New York Times*. Disponible en http://www.nytimes.com/2013/06/02/business/dmitry-itskov-and-the-avatar quest.html?pagewanted=all&_r=2. Consultado el 1 junio de 2013.

Sloterdijk, Peter, *Has de cambiar tu vida,* Valencia, Pre-Textos, 2012.

Virno, Paolo, *Gramática de la multitud: para un análisis de las formas de vida contemporáneas.* Madrid, Traficantes de Sueños, 2013.

Winner, Langdon, *La ballena y el reactor. Una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología,* Barcelona, Gedisa, 2008.

Zolfagharifard, Ellie, " The Three-Armed Drummer with Superhuman Skills: Robot Prosthesis Transforms Amputee Into an Incredible 'Cyborg' Beat Machine", *Daily Mail*. Disponible en http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2575011/The-three-armed-drummer-superhuman-skills-Robot-prosthesis-transforms-amputee-incredible-cyborg-beat-machine.html. Consultado el 6 de marzo de 2014.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 294 11/10/16 3:33 PM

BIOLOGÍA SINTÉTICA Y BIOARTEFACTUALIDAD DE LO HUMANO[1]

*Antonio Diéguez**

La artificialización del mundo llega incluso a comprometer la identidad del hombre. El desenlace del proyecto de autonomía por la huida hacia adelante tecnocientífica es la pérdida de la identidad del hombre mismo, el transhumanismo. […] A fin de cuentas, es una verdadera redención tecnicista la que propone la ideología del progreso. Pero al mismo tiempo, ese rechazo de la condición humana es una abdicación y una sumisión al dictado de los resultados tecnocientíficos. La voluntad de poder se descubre, aún en nuestros días, en el rechazo del debate democrático acerca de la investigación científica y técnica.

S. Latouche y D. Harpagès[2]

[T]radicionalmente, cada innovación tecnológica ha ido precedida, primero, y acompañada, después, por un coro de voces que ha cantado sus excelencias. A ese coro pertenecen curiosamente no tanto tecnólogos propiamente dichos (aunque también los hay), cuanto filósofos, literatos y científicos (en particular, científicos sociales). […] El estribillo se ha referido por lo común a la posibilidad, una vez más, de llegar por fin a un Paraíso Tecnológico, una y otra vez prometido y siempre pospuesto.

José Sanmartín[3]

* Universidad de Málaga, España.

1 Una versión previa de este trabajo apareció con el título "Biología sintética, transhumanismo y ciencia bien ordenada", *Viento Sur* 130 (2013), pp. 71-80. El último parágrafo, a su vez, apareció como parte del artículo "La acción tecnológica desde la perspectiva orteguiana: el caso del transhumanismo", *Revista de Estudios Orteguianos* 29 (2014), pp. 131-154. El trabajo ha sido realizado con ayuda de los siguientes proyectos de investigación: FFI2012-37354 (Ministerio de Economía y Competitividad, España, HUM-0264 y HUM -7248 (Junta de Andalucía, España), y Proyecto PAPIIT- UNAM IN403613 (UNAM, México).

2 Serge Latouche y Didier Harpagès, *La hora del decrecimiento*, Barcelona, Octaedro, 2011, pp. 86-87.

3 José Sanmartín, *Tecnología y futuro humano*, Barcelona, Anthropos, 1990, p. 135.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 295 11/10/16 3:33 PM

¿QUÉ ES LA BIOLOGÍA SINTÉTICA?

Una de las afirmaciones más repetidas acerca de la biología sintética es que no hay una definición precisa y consensuada que permita caracterizarla al gusto de todos. La biología sintética es fundamentalmente –aunque no sólo– una potenciación de la ingeniería genética. No es extraño por ello que haya tenido tanta fortuna la definición simple y mordaz proporcionada por Jim Collins según la cual se trata de una "ingeniería genética que ha tomado esteroides". Esta ocurrencia, por atinada que sea, no parece sin embargo suficiente para hacernos una idea clara de en qué consiste realmente. Añadamos con más detalle que la biología sintética es una rama emergente y muy activa de la biotecnología que pretende diseñar y construir sistemas biológicos, o partes de los mismos, con la guía de criterios ingenieriles. Estos sistemas biológicos pueden ser, o bien sistemas naturales preexistentes, pero rediseñados para adecuarse a ciertos fines previamente trazados, o bien sistemas creados en los laboratorios. Es importante subrayar que el aspecto ingenieril de la cuestión resulta aquí aún más relevante que en la ingeniería genética.

En efecto, en la ingeniería genética tal como se ha practicado hasta ahora (lo que algunos llaman ya "ingeniería genética clásica"), el término "ingeniería" tenía un uso analógico. Se hablaba de ingeniería genética porque lo que hacían los biotecnólogos presentaba ciertas similitudes con lo que hacían los ingenieros: fundamentalmente aplicar conocimientos teóricos para la transformación de la naturaleza. Pero en la biología sintética ya no hay sólo una similitud genérica, sino un uso explícito de técnicas, procedimientos, criterios y valores ingenieriles aplicados a la biología. Entre ellos, por ejemplo, el diseño previo realizado mediante computadoras, la estandarización y la modularización de los componentes funcionales (fabricación de componentes aislados –*BioBricks*– de forma que sean intercambiables y combinables de diversos modos en la constitución de sistemas más complejos), la automatización y simplificación de los procesos, los análisis de eficiencia previos (costes-beneficios), el control de resultados, la búsqueda explícita de la industrialización del proceso y el acceso a los mercados, etcétera.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 296 11/10/16 3:33 PM

Aunque la denominación *biología sintética* fue ya empleada en 1912 por el médico francés Stéphane Leduc, y la idea, como mera posibilidad concebible, fue expuesta en varias ocasiones a lo largo del siglo xx, pero es hasta comienzos del siglo xxi cuando empiezan a aparecer publicadas las primeras investigaciones relevantes en dicho campo. La biología sintética es, pues, un ámbito de investigación muy joven. Su formación se ha producido gracias a la confluencia de campos diversos que a su vez debieron alcanzar un grado suficiente de desarrollo previo. Estos campos son fundamentalmente la biología molecular, la ingeniería, la genética, la química, la microbiología y las ciencias de la computación. El primer departamento universitario dedicado a la biología sintética se estableció en la Universidad de California en Berkeley en 2004. En ese mismo año se celebró en el Instituto de Tecnología de Massachusetts el primer congreso internacional sobre la materia. Desde entonces se han celebrado otros varios con regularidad.

Los objetivos y líneas posibles de actuación de la biología sintética son muy dispares, pero para no despertar expectativas desmesuradas conviene aclarar desde el principio que hasta el momento casi todos ellos permanecen en el horizonte y que las cosas marchan más despacio de lo que muchos pensaron en los primeros momentos, cuando las dificultades técnicas no se habían manifestado aún en toda su amplitud. Para clarificar un poco la situación, y aunque en ocasiones sea muy difícil separarlos, es útil distinguir entre los objetivos teóricos y los prácticos, y en cada uno de ellos, entre los inmediatos y los buscados a más largo plazo.

Uno de los objetivos teóricos más cercanos consiste en la determinación experimental del genoma mínimo que permitiría a un organismo estar vivo y cumplir sus funciones básicas. Dicha determinación aportaría a su vez una información muy valiosa para entender los mecanismos del funcionamiento celular y abriría la posibilidad de creación de "chasis" celulares preparados para usos diversos mediante su posterior complementación genética. A ello se dedican en la actualidad un buen número de los investigadores en biología sintética, y los avances realizados han sido interesantes. Andrés Moya y su equipo del Instituto Cavanilles de Biodiversidad y Biología Evolutiva de la Universidad de

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 297 11/10/16 3:33 PM

Valencia (España) establecieron en 2004, trabajando con bacterias muy simples, que el número total de genes que era necesario para el funcionamiento de un organismo heterótrofo estaba en torno a los 206.[4] Un número sorprendentemente bajo en relación con lo esperado. No obstante, la idea de un genoma mínimo ha sido recientemente puesta en cuestión, o al menos, precisada. Algunos autores consideran que la diversidad de genes que resultan necesarios para el funcionamiento de diferentes organismos es demasiado grande y dependiente del contexto, por lo que no parece posible encontrar un factor común. Prefieren por ello hablar de genes persistentes que, aunque no están presentes en todos los organismos, sí parecen repetirse en la mayor parte de los casos, incluso en ramas distantes del árbol de la vida y, por tanto, se consideran importantes para la supervivencia.[5]

En cuanto a los objetivos teóricos a más largo plazo, uno fundamental es la clarificación de la noción de vida. Las investigaciones sobre el origen de la vida en nuestro planeta unidas a ciertos desarrollos en el campo de la simulación de vida por ordenador (lo que se conoce como vida artificial) han ayudado de forma muy notable en los últimos años a que nos formemos una idea más precisa de qué propiedades y procesos son centrales en el funcionamiento de los organismos vivos. La biología sintética, en la medida en que permita en algún momento futuro crear seres vivos artificialmente, proporcionará indicaciones que servirán como punto de contraste para dilucidar cuáles de estas propiedades son realmente indispensables.

Pero, sin duda, desde un punto de vista económico y mediático, son los fines prácticos los que priman. No en vano en los avances en biología sintética están en juego intereses económicos en rápido crecimiento –se estima que superen los 10 mil millones de dólares en 2018–, y aparecen implicadas grandes

4 R. Gil *et al*., "Determination of the Core of a Minimal Bacterial Gene Set", *Microbiology and Molecular Biology Review* 68, núm. 3 (2004). DOI:10.1128/MMBR.68.3.518-537.2004.

5 C. G. Acevedo-Rocha *et al*., "From Essential to Persistent Genes: A Functional Approach to Constructing Synthetic Life", *Trends in Genetics* 29, núm. 5 (2013), pp. 273-279. DOI: 10.1016/j.tig.2012.11.001.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 298 11/10/16 3:33 PM

empresas multinacionales del petróleo, la industria químico-farmacéutica y la agricultura.[6] Entre los objetivos prácticos más inmediatos está la síntesis de biomoléculas que puedan ser utilizadas como medicamentos o que presenten otros atractivos comerciales, como sería el caso de los bioplásticos o de los saborizantes. La producción de estas biomoléculas implica el desarrollo de una bioingeniería celular capaz de diseñar nuevas rutas metabólicas, muy diferentes en ocasiones a las existentes en la naturaleza. Otro campo de gran interés es la producción de biocombustibles, como el etanol, por bacterias o microalgas genéticamente modificadas. Pero esto está aún en sus inicios y ha encontrado dificultades en su implementación. También se espera producir grandes cantidades de hidrógeno de forma barata, e incluso se está trabajando en el diseño de microorganismos capaces de producir energía a partir de la luz del Sol.

No se debe olvidar uno de los objetivos prácticos más aireados por los investigadores. Me refiero a las posibilidades de biorremediación que la biología sintética trata de ofrecer. Ya se emplean microorganismos para eliminar sustancias tóxicas en zonas contaminadas. La biología sintética está en la tarea de diseñar microorganismos de este tipo, pero más específicos y más eficientes, de modo que –según se nos dice– pueda darse solución mediante ellos a muchos de los problemas ambientales que nos aquejan. Estos microorganismos podrían, por ejemplo, retirar CO_2 de la atmósfera, disminuyendo así el efecto invernadero y permitiendo controlar el calentamiento global. Esta pretensión, sin embargo, debe ser contrapesada con los riesgos que acarrearía la liberación de microorganismos sintéticos al ambiente. Son riesgos tan grandes que algunas organizaciones internacionales han pedido formalmente la prohibición de la biorremediación mediante tales procedimientos.

[6] Según un informe de BCC Research , las diez primeras son: Life Technologies, DNA 2.0, Origene, Synthetic Genomics, DuPont, Pfizer, Novozymes, Amrys Biotechnologies, Scarab Genomics y British Petroleum. BCC Research, "Top Ten Suppliers of Synthetic Biology Technology". Disponible en http://www.bccresearch.com/market-research/biotechnology/top-ten-synthetic-biology-bio119a.html. Consultado el marzo de 2013. Véase también Silvia Ribeiro,"Biotecnología sintética, bioeconomía y justicia global", *Viento Sur* 131 (2013), pp. 52-60.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 299 11/10/16 3:33 PM

Los objetivos prácticos a medio y largo plazos son los más ambiciosos y podría decirse que carecen virtualmente de limitación. La creación de vida en el laboratorio es el más emblemático, y la investigación en protocélulas va encaminada a ello. Esta investigación mantiene por lo general un enfoque *bottom-up*,[7] y busca la creación de microestructuras biológicas formadas por componentes moleculares encerrados en una membrana y capaces de generar, aunque sea de forma muy rudimentaria, funciones propias de un organismo vivo, al menos el automantenimiento mediante actividad metabólica, la replicación y la capacidad para mutar.[8] Pero, como de nuevo aquí los intereses comerciales serán prioritarios, es de esperar que en el futuro sea en el campo de la biomedicina en el que se produzcan los avances técnicos más significativos. Se nos asegura que con ayuda de la nanotecnología la biología sintética será capaz de diseñar mecanismos biológicos capaces de liberar medicamentos sólo en los lugares y en los momentos adecuados, reparar células defectuosas, eliminar tumores o potenciar el crecimiento de ciertos tipos de células. Frente a la medicina tradicional meramente terapéutica, el perfeccionamiento de las tecnologías para la modificación genética hará que tome el dominio la medicina de mejoramiento, es decir, una medicina que no solamente busca restablecer la salud, sino mejorar las condiciones físicas, intelectuales y anímicas del ser humano. Esto traerá inevitablemente aparejado problemas éticos y sociales de gran envergadura que habrá que intentar prever y a los que habrá que buscar encauzamiento. Volveremos después sobre este asunto.

Seguramente, el logro más conocido hasta el momento de la biología sintética, porque es el que más difusión ha alcanzado en los medios de comunicación,

7 En esto se diferencia de las investigaciones sobre genoma mínimo y bioingeniería celular genómica, con las que está estrechamente relacionada, cuyo enfoque es habitualmente *top-down*.

8 Ricard V. Solé *et al.*, *Synthetic Protocell Biology*: *From Reproduction to Computation*, Santa Fe, Santa Fe Institute, 2006. Disponible en http://www.santafe.edu/media/workingpapers/06-09-033.pdf; S. Rasmussen *et al.* (eds.), *Protocells*: *Bridging Nonliving and Living Matter*, Cambridge, The MIT Press, 2009; Mark A. Bedau *et al.*, "Social and Ethical Checkpoints for Bottom-up Synthetic Biology, or Protocells", *Systems and Synthetic Biology* 3, núm. 1 (2009), pp. 65-75. DOI: 10.1007/s11693-009-9039-2.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 300 11/10/16 3:33 PM

es "Synthia", la bacteria con genoma completamente sintético creada por Craig Venter y su equipo en 2010, y a la que se le dio el nombre científico de *Mycoplasma laboratorium*. Lo que consiguieron estos investigadores fue sintetizar artificialmente el genoma completo de la bacteria *Mycoplasma mycoides* (es decir, realizaron una copia sintética del genoma, con pequeñas variaciones) 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. En marzo de 2014, la revista *Science* publicó un nuevo avance en esta misma línea. Un equipo de investigadores liderado por Jef Boecke, de la Universidad de Nueva York, consiguió sintetizar un cromosoma, simplificado pero completamente funcional, de la levadura *Saccharomyces cerevisae*, un organismo eucariota y, por tanto, mucho más complejo que una bacteria.[9]

Pero un logro más reseñable por su utilidad práctica, aunque no sea conocido por el gran público, ha sido la producción sintética de ácido artemisínico, que es un precursor químico necesario para la fabricación de uno de los medicamentos más usados contra la malaria: la artemisina. Jay Keasling, del Lawrence Berkeley National Laboratory, ha conseguido reconfigurar ciertos genes de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, empleada en la elaboración de la cerveza, para que produzca dicha sustancia. Hasta el momento la artemisina se obtenía de una planta, *Artemisia annua* o ajenjo dulce, oriunda de China, lo que limitaba y encarecía notablemente su producción. Esto hacía que el medicamento estuviera fuera del alcance de la mayoría de las personas en los países pobres.

Pese a no haber alcanzado la difusión del logro de Craig Venter y su equipo, desde el punto de vista social este avance tecnológico tiene mayor importancia, porque no sólo ayudará en el tratamiento de una de las enfermedades que más seres humanos mata cada año, sino que, además, es la primera vez que un proyecto perteneciente a la biología sintética logró tener verdadero impacto industrial y comercial. Algunos críticos han señalado que la comercialización de la artemisina producida artificialmente tendrá un efecto secundario muy

[9] Narayana Annaluru *et al*., "Total Synthesis of a Functional Designer Eukaryotic Chromosome", *Science* 344, núm. 6179 (2014), pp. 55-58. DOI:10.1126/science.1249252.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 301 11/10/16 3:33 PM

negativo: acarreará un enorme perjuicio económico a las zonas agrícolas, fundamentalmente en China, dedicadas al cultivo del ajenjo dulce. Esto es algo que debería ser evitado mediante acciones políticas que busquen alternativas económicas para dichas zonas, lo cual desde luego no es tarea fácil y está por ver si habrá voluntad política para ello. De hecho, puede decirse que el impacto económico negativo sobre comunidades que han venido produciendo de forma tradicional determinadas materias primas para la industria farmacéutica o alimentaria, similares a este que acabamos de mencionar, constituirán buena parte de las disfunciones y problemas ético-sociales que será necesario afrontar en el futuro como consecuencia del desarrollo de la biología sintética.

ALGUNAS CUESTIONES BÁSICAS

La biología sintética, como cualquier programa de investigación científica encierra ciertos presupuestos filosóficos que no son inmediatamente visibles. Por mencionar sólo los más evidentes, al menos en algunos de sus enfoques centrales parece asumirse una concepción mecanicista de la vida que hace que la célula sea entendida como un ente computacional, una máquina biológica en la que cada pieza es estrictamente regulada según un programa genético (modulado por el ambiente). Lo informacional cobra así preeminencia sobre otros aspectos de los seres vivos, como la autonomía o la autopoiesis, afianzando aún más una tendencia que ya venía dándose anteriormente con el desarrollo de la biología molecular. Craig Venter, por ejemplo, ha sostenido que la vida no es más que información digital codificada en el genoma que puede ser incluso teletransportada.[10] A esto cabe añadir la presunción establecida programáticamente de que las propiedades emergentes y los efectos colaterales pueden ser previstos y controlados en su totalidad. Es importante que la tarea de detectar estos supuestos y someterlos a análisis sea realizada con detenimiento.

[10] Craig Venter, *Life at the Speed of Light*: *From the Double Helix to the Dawn of Digital Life*, Nueva York, Viking, 2013.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 302 11/10/16 3:33 PM

No debería, por otra parte, descartarse anticipadamente que un contrapunto filosófico a ciertas pretensiones y supuestos que vienen prevaleciendo en este campo vaya en beneficio del propio desarrollo de la investigación. Hay razones para pensar que algunos de estos supuestos podrían ser cuestionados desde planteamientos provenientes de la propia biología. Creo que este tipo de análisis, que por el momento sólo está comenzando a hacerse, puede ser más interesante que el meramente ético, que predomina entre los filósofos. En efecto, con demasiada frecuencia se recurre en estos casos a la filosofía en busca de orientación ética, pero apenas si se tiene en cuenta que el análisis epistemológico e incluso metafísico de la ciencia puede iluminar aspectos más fundamentales y rendir frutos para la propia ciencia, como sucedió, pongamos por caso, con los trabajos de Hubert Dreyfus sobre los supuestos ocultos de la inteligencia artificial. Dichos trabajos, pese a las críticas recibidas inicialmente, terminaron por contribuir al surgimiento de nuevos enfoques en ese campo.

Un autor que se decide a enumerar algunos de estos supuestos implícitos es Thomas H. Murray, director del Centro Hastings, dedicado a la bioética. Según su criterio, la biología sintética encarna:

> Una fe en que los sistemas biológicos pueden ser dominados y convertidos en predictibles y controlables; una actitud hacia la complejidad de los organismos biológicos que ha sido adecuadamente descrita por Tom Knight [MIT] como "la alternativa a comprender la complejidad es deshacerse de ella"; una confianza en que las entidades biológicas pueden ser despedazadas y re-ensambladas para satisfacer la curiosidad humana y cumplir importantes y legítimos propósitos humanos; una *esperanza* en que el error y la malevolencia puedan ser evitados, contenidos o controlados por medio de la vigilancia de los gobiernos y, sobre todo, por los esfuerzos colectivos de los científicos bien intencionados.[11]

[11] "What's in a Name?", *Nature Biotecnology* 27, núm. 12 (2009), p. 1073. DOI:10.1038/nbt1209-1071.

Como puede verse, si Murray tiene razón, son cuestiones profundas las que aparecen aquí implicadas: predictibilidad de los resultados, reductibilidad de la complejidad, visión mecanicista e instrumental de los seres vivos, confianza en el control de los peligros…

Esta última cuestión, la del control y la seguridad, ha recibido –como cabía esperar– una atención especial. Es obvio que los futuros avances en la biología sintética, sobre todo si se cumplen muchas de sus promesas actuales, pondrán en manos del ser humano un poder de control sobre la vida como nunca antes había tenido. Un poder mucho mayor que el que ya nos ha proporcionado la ingeniería genética clásica basada en el ADN recombinante. El ser humano será capaz, por ir directamente a lo principal, de dirigir la evolución de la vida en nuestro planeta. Pero está por ver si podrá hacerlo de forma tan efectiva como a veces se pretende. Es pensable que los organismos sintéticos futuros encuentren vías para escapar a los designios humanos y sigan un camino evolutivo autónomo. Después de todo, hay componentes aleatorios, contingentes y emergentes en la evolución biológica que parece difícil que el ser humano pueda administrar alguna vez por completo. Éste es un elemento de juicio que debe ser tenido muy en cuenta por todos aquellos que depositan una confianza plena en los mecanismos de seguridad que los biólogos puedan introducir en los microorganismos sintéticos para evitar daños en el ambiente. Puesto que el control total es imposible, conviene extremar la prudencia en este asunto.

En la literatura sobre estas cuestiones de seguridad y control ha sido frecuente separar dos tipos de problemas mediante una distinción que no tiene fácil traslado a la lengua española, me refiero a la distinción entre la *biosafety* y la *biosecurity*. Una manera de marcar en nuestro idioma los mismos matices aquí implicados podría ser traduciendo estos términos por *biocaución* (o *biocautela*) y *bioseguridad* respectivamente. La *biosafety* consiste en prevenir consecuencias no intencionadas de las entidades o procesos creados por la biotecnología, mientras que la *biosecurity* en la prevención del mal uso intencional de esos productos. Un problema importante de *biosafety* o biocaución, además del cómo prevenir la aparición de propiedades emergentes o de efectos colaterales, sería el de cómo dotar a los organismos vivos creados artificialmente

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 304 11/10/16 3:33 PM

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, o mediante la introducción de "genes suicidas"). Un problema de *biosecurity*, en cambio, sería 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. Sin duda, estos asuntos ocuparán en los próximos años a los analistas, sean científicos o no, que se acerquen al campo de la biología sintética, como ya vienen ocupando a los que lo han hecho al de la ingeniería genética "clásica".

Otro aspecto de la biología sintética que ha recibido algunos análisis críticos es la comprensión del organismo a través del modelo de la máquina.[12] Los seres vivos son entendidos literalmente como mecanismos compuestos que pueden ser rediseñados y reconstruidos sustituyendo las piezas que sean necesarias en cada caso. De ahí la importancia que cobra la estandarización buscada expresamente en la selección de BioBricks; una labor central para la biología sintética, como ya dijimos. Esta imagen mecanicista tiene, sin embargo, sus limitaciones, y desde un punto de vista metodológico y ontológico condiciona significativamente el modo en que nos aproximamos a lo vivo, puesto que conduce al reduccionismo de forma aparentemente inevitable. La máquina, incluso aunque tenga propiedades emergentes, puede ser fácilmente entendida a partir de la comprensión del funcionamiento de sus partes. Es dudoso, sin embargo, que pueda decirse lo mismo de los organismos. Construir una máquina implica entenderla en toda la complejidad de su funcionamiento,

[12] Maarten Boudry y Massimo Pigliucci, "The Mismeasure of Machine: Synthetic Biology and the Trouble with Engineering Metaphors", *Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 44, núm. 4 (2013), pp. 660-668. DOI: 10.1016/j.shpsc.2013.05.013; Daniel J. Nicholson, "Organisms ≠ Machines", *Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 44, núm. 4 (2013), pp. 669-678. DOI: 10.1016/j.shpsc.2013.05.014; Andrés Moya, *Naturaleza y futuro del hombre*, Madrid, Síntesis, 2011.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 305 11/10/16 3:33 PM

hacer un organismo –no digamos ya rediseñarlo– no significa entender por completo lo que va a suceder con él a continuación. No sólo por la compleja interacción de sus partes, sino también por los cambios que en él pueda introducir un proceso evolutivo abierto.

El miedo a que la biología sintética ponga en nuestras manos un poder que se sitúe más allá de toda posibilidad de control efectivo, un poder que afectaría sin duda aspectos fundamentales –que muchas personas consideran sagrados o intocables– de nuestra existencia o de la naturaleza en general, ha propiciado que a menudo se acuse que los científicos han empezado irresponsablemente a "jugar a ser dios".[13] Aquí no podemos extendernos como sería necesario en la discusión sobre esta acusación, que, por cierto, no procede sólo de ámbitos religiosos, sino también de movimientos ecologistas. Pero, por la persistencia con la que se formula, merece una cierta atención. La idea sobre la que se sustenta es que la vida, de algún modo, tiene un carácter inviolable y no debe ser manipulada ni sojuzgada. Intentar tomar su control, no digamos pretender crearla en el laboratorio, es una desmesura que trasgrede todos los límites éticos, pues implica la asunción por parte del ser humano de una tarea reservada a la divinidad. Esta idea ha sido recogida una y otra vez en obras literarias o artísticas que han dirigido su mirada al poder de la biotecnología. La versión más conocida es la del mito de Frankenstein, creado por Mary Shelley en 1816. Un mito que se ha convertido en un símbolo universal de los peligros que encierra la técnica cuando el ser humano pierde de vista su auténtico lugar en el mundo, y representa de una forma muy efectiva el peligro de que lo creado por la técnica cobre autonomía y

[13] Se ha hecho ya popular la respuesta que Craig Venter dio en 2010, en el programa "60 minutes" de la CBS al entrevistador que le preguntó si con sus trabajos estaba jugando a ser dios. Su respuesta fue: "No estamos jugando a nada. Estamos averiguando las reglas de la vida". Véase "J. Craig Venter: Designing Life", video de YouTube, 13:09, publicado por "CBS News", 21 de noviembre de 2010. Disponible en https://www.youtube.com/watch?v=J0rDFbrhjtI. Venter ya había dado esa misma respuesta en una charla TED: "Craig Venter: On the Verge of Creating Synthetic Life", video TED, 15:54 min. Disponible en: http://www.ted.com/talks/craig_venter_is_on_the_verge_of_creating_synthetic_life. Consultado en febrero de 2008.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 306 11/10/16 3:33 PM

termine volviéndose contra su creador. Obviamente, una acusación así se basa en convicciones controvertidas, como que hay una función propia de la divinidad (y sabemos cuál es) y otra propia del ser humano, o que éste tiene prohibido, por razones morales que nunca quedan demasiado claras, crear vida en absoluto.

No deja de ser extraño que esa acusación de "jugar a ser dios" no se haya formulado, por ejemplo, contra una disciplina como la inteligencia artificial, que trata precisamente de crear algo que para el cristianismo y para otras religiones es lo que mejor caracteriza al ser humano y lo que le dota de singularidad frente a los animales: la inteligencia. De hecho, la Iglesia católica, que acepta el origen evolutivo del ser humano, como es establecido por la paleontología actual, añade la salvedad de que el alma (y supongo que aquí ha de incluirse la mente y la inteligencia humana) es creación directa de dios. ¿Por qué, entonces, no se suele acusar a los ingenieros que trabajan en IA de estar jugando a ser dios y, en cambio, ha sido una acusación repetida contra los biólogos y médicos en diversos momentos de la historia reciente (por ejemplo, con el comienzo de los trasplantes de órganos o con el desarrollo de las técnicas de fecundación *in vitro*)? No dispongo de una respuesta concreta sobre esto, pero tengo la impresión de que todo cambio importante relacionado con la vida, con la reproducción, con el gobierno del cuerpo, por así decirlo, es visto inmediatamente como un desafío potencial a los códigos morales tradicionales, cosa que no ocurre con lo puramente mental. Al fin y al cabo estos códigos tradicionales han dado una gran importancia al control sobre lo "carnal".

En mi opinión, sin embargo, no hay ninguna razón convincente por la que una célula artificialmente creada deba ser vista como un desafío mayor para nuestra condición de seres humanos o para nuestros códigos morales que la construcción de una máquina inteligente. Por eso, creo que la acusación de jugar a ser dios no es muy sólida desde un punto de vista teórico, parece más bien encaminada a infundir miedo con la idea de que la tecnología está entrando en ámbitos en los que supuestamente jamás se debería haber participado. Como han argumentado incluso algunos teólogos, las razones para sustentar

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 307 11/10/16 3:33 PM

esa afirmación son muy débiles.[14] En primer lugar, nadie puede establecer con claridad y de forma aceptable qué es jugar a ser dios; en segundo, esa acusación sólo tendría verdadero peso para las personas creyentes, y en tercer lugar, siempre puede aducirse, como hacen los tecnófilos, que en cierto modo la tecnología no ha hecho otra cosa a lo largo de su historia que traspasar permanentemente fronteras que muchos consideraban intocables, y que si somos la creación de un dios, éste nos dotó de inteligencia para hacer justamente eso. En realidad, es probable que el día que tengamos una primera célula completamente artificial construida en el laboratorio, si es que tal cosa se consigue, el logro sea visto como un avance sumamente importante, pero, al mismo tiempo, sea recibido con normalidad por parte del público, entre otras razones porque se habrán dado con anterioridad muchos pasos graduales hasta llegar a ello.

Por otra parte, una de las razones principales por las que se acusa a la biología sintética de jugar a ser dios es porque parece cuestionar la separación entre lo natural y lo artificial, entre lo vivo y lo inerte. Sin embargo, esas fronteras no son tan nítidas como muchas veces se piensa. ¿Cómo demarcar con precisión en qué momento del proceso de construcción de un ser vivo artificial estaríamos ya ante uno propiamente dicho? No es impensable incluso el eventual desacuerdo entre los propios científicos acerca de si un determinado sistema biológico sintético complejo obtenido por primera vez en el laboratorio estaría realmente vivo o no. ¿Bastará con que metabolice? ¿Se esperará hasta comprobar su capacidad para una evolución abierta? No tenemos una noción clara y distinta de lo que es la vida. Se han formulado múltiples definiciones, pero todas tienen sus puntos débiles. La vida no es algo que pueda ser caracterizado mediante un conjunto de propiedades necesarias y suficientes. Hay casos borrosos y limítrofes, como los virus, que ya han sido sintetizados en el laboratorio, y que, dependiendo de los criterios que se seleccionen, pueden ser clasificados o no como seres vivos. La biología sintética no hará sino resaltar este hecho con la creación de nuevas entidades limítrofes.

[14] Henk van der Belt, "Playing God in Frankenstein's Footsteps: Synthetic Biology and the Meaning of Life", *Nanoethics* 3 (2009), pp. 257-268. DOI: 10.1007/s11569-009-0079-6.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 308 11/10/16 3:33 PM

Hay, no obstante, una preocupación que subyace en la idea de estamos jugando a ser dios que sí merece la pena rescatar. La biotecnología ha ido incrementando nuestro poder sobre la naturaleza de forma abrumadora en los últimos decenios. Necesitamos desarrollar un sentimiento de responsabilidad acorde con dicho aumento de poder. Para ello no vendría mal que empezáramos por contemplar la vida y la naturaleza en general con una actitud más respetuosa y menos invasiva. Digamos que, se considere o no que la vida es sagrada (esto dependerá de las ideas religiosas de cada cual), en lo que todos podemos coincidir es en que la naturaleza no puede quedar reducida a un mero objeto a nuestra disposición; que los seres vivos en particular no pueden ser vistos como recursos que podemos utilizar a conveniencia, como entidades que están ahí para ser manipuladas, usadas, diseñadas, sometidas a directrices de consumo (es decir, no pueden ser vistos como lo que Heidegger, en su crítica al modo de desvelar la realidad que él consideraba propio de toda la tecnología moderna –no sólo de las biotecnologías–, llamaba "fondo de reservas" (bestand)). Esto implica que la concepción puramente instrumentalista de la vida y la interpretación del ser humano como dominador y controlador de la naturaleza están profundamente desencaminadas. La ética medioambiental ha venido mostrando en los últimos años no sólo las deficiencias teóricas y los débitos ideológicos de una concepción así de la naturaleza y del ser humano, sino los peligros que encierra si queremos mantener las condiciones que han hecho posible nuestra vida en este planeta.[15]

Esta concepción instrumental puede ser muy útil si lo que se pretende es poner a la investigación científica, aún más si cabe, al servicio de la mercantilización de la naturaleza, pero no podemos esperar que deje intacta la imagen pública de la ciencia. La ciencia actual goza aún de un prestigio muy notable como empresa humana desinteresada y volcada al bien común. No voy a discutir aquí si esa imagen es merecida o no. Sé bien que hay quienes cuestionan que en algún momento de su historia la ciencia haya encajado realmente

[15] Jorge Riechmann, *Gente que no quiere viajar a Marte*, Madrid, Los libros de la catarata, 2004.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 309 11/10/16 3:33 PM

en ella; quienes creen que la ciencia estuvo ligada desde siempre a la consecución de poder por parte de ciertos sectores sociales sobre otros, o quienes creen que, si bien ése no fue inicialmente su objetivo fundacional, no tardó en ser cooptada para esa toma de poder. En mi opinión, y pese a disfunciones serias que han sido señaladas por sociólogos, filósofos e historiadores, la ciencia ha aportado suficientes beneficios a la humanidad como para reclamar con todo derecho la buena consideración social de la que goza y, en consecuencia, para exigir de la sociedad el apoyo público que necesita. Pero esto puede cambiar rápidamente, y de hecho puede que esté cambiando ya. El ascenso de la biología sintética podría significar un impulso definitivo en la consagración de la figura del científico-empresario. No se trata sólo de que una gran parte de la investigación en este campo se hace ya en empresas de capital privado, sino que los propios científicos son en muchos casos propietarios o accionistas de dichas empresas. ¿Cómo transformará la imagen pública de la ciencia el hecho de ésta se convierta a sí misma en una forma de negocio al servicio de intereses privados y, además, una de las formas más potentes e incontrolables por parte de los ciudadanos? Incluso suponiendo que los beneficios para la humanidad se mantengan o se incrementen, ¿podrá la ciencia esperar que su buena imagen pública y que la predisposición general inicialmente favorable que aún disfruta se mantengan inalteradas?

UN OBJETIVO INELUDIBLE: LA ARTEFACTUALIZACIÓN Y TRANSFORMACIÓN DE LO HUMANO

Dentro de las tareas que la biología sintética se ha autoasignado, la modificación del genoma humano con vistas a su mejora (lo que algunos llaman "mejoramiento genético" y otros, más ambiciosos, "transhumanismo") no es ciertamente prioritaria, al menos por el momento, y si se plantea, aparece casi siempre como horizonte un tanto remoto, esperanzador, pero también con conflictos éticos e innumerables incertidumbres prácticas. Esto último hace que muchos científicos, comprensiblemente, prefieran dejar el asunto fuera de

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 310 11/10/16 3:33 PM

la agenda de discusiones, al menos mientras que no se torne una posibilidad real y con un impacto generalizado. Es tema para los filósofos. El transhumanismo –conviene aclararlo– es la búsqueda de una transformación de nuestra especie, bien sea mediante la integración del ser humano con la máquina (*ciborg*), bien mediante la modificación de nuestros genes en la línea germinal, hasta el punto de poder generar en el futuro –llevadas esas transformaciones más allá de un cierto umbral– una especie distinta a partir de la nuestra, una especie *posthumana*, un *Homo excelsior*. Para los transhumanistas, ha llegado la hora de que el ser humano tome el control de su propia evolución ("evolución diseñada"). Creen incluso que está moralmente obligado a ello, puesto que procurar la mejora constante de nuestra condición, como se ha venido haciendo siempre a través de la tecnología, es nuestro deber inexcusable. La evolución darwiniana, basada en la selección de variaciones aleatorias, habría finalizado para nosotros. Comenzaría en su lugar la evolución basada en la tecnología. Ésta nos permitirá mejorar las cualidades físicas y mentales de nuestra especie, superar las enfermedades y ralentizar o detener el envejecimiento y, en un paso que incluso algunos transhumanistas temen dar, nos abrirá las puertas a la creación de una nueva especie descendiente de la nuestra, o de varias. Algo que, en definitiva, es lo que evolutivamente se espera de toda especie biológica, pero que en este caso vendría dado en un proceso acelerado y dirigido según nuestros deseos y no por el azar genético sometido a las imposiciones del ambiente.

El transhumanismo no es, desde luego, un movimiento homogéneo. Convive con enfoques y orientaciones diversas. Hay orientaciones radicales que no dudan en anhelar el advenimiento de distopías futuras –que paradójicamente son vistas por sus defensores como utopías genuinas– en las que el ser humano sólo será un vago recuerdo en un mundo dominado por ciborgs, robots y organismos superinteligentes y cuasiomnipotentes. Otras, sin embargo, están más dispuestas a acomodarse a las trabas que impone la realidad circundante y los recelos del común de los mortales y se limitan a articular, con un mayor o menor despliegue de sensibilidad ética, comprometidas defensas de los beneficios que la medicina de mejoramiento (*bioenhancement*), y especialmente la genética encaminada a tal fin, puede proporcionar a los

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 311 11/10/16 3:33 PM

seres humanos una vez que ésta se imponga en su desarrollo a la medicina meramente curativa o paliativa.

Es útil asimismo distinguir entre un transhumanismo cultural y un transhumanismo tecnocientífico. El primero estaría inspirado en la crítica posmoderna al humanismo realizada por autores como Foucault y Derrida, así como por corrientes de pensamiento como el feminismo y el ecologismo radical. Quizás el texto más representativo de esta modalidad sea el "Manifiesto ciborg" de Donna Haraway, publicado en 1985.[16] El transhumanismo cultural no busca tanto la transformación medicalizada o mecanizada del ser humano (a la que incluso rechaza por sus compromisos ideológicos y por su visión ingenua de los problemas) cuanto realizar una crítica de la concepción de lo humano considerada hoy como natural y transmitida de ese modo generación tras generación.[17] Trata, sobre todo, de mostrar las debilidades conceptuales y los presupuestos acríticos que están detrás de esa concepción, forjada por el humanismo moderno, que es denunciada como un producto de prejuicios eurocéntricos, racistas, sexistas y especistas. Es en ese sentido en el que debe entenderse la proclama de que el posthumano no es una entidad que haya que esperar en el futuro, sino que ya somos posthumanos. Desde los planteamientos de esta modalidad del transhumanismo, la noción de lo humano propia de la época moderna ha dejado de ser operativa desde hace tiempo. En realidad, siempre fue un constructo orientado a la dominación y al control más que a la elucidación de una supuesta naturaleza común. Haraway, por ejemplo, reivindica la figura del ciborg como modelo asexuado frente a la figura de la mujer-diosa, objeto de culto pero también de separación y sujeta a estereotipos impuestos. El ciborg, según su opinión, no es un mito de la ciencia ficción,

[16] Donna Haraway, *Manifiesto Ciborg. El sueño irónico de un lenguaje común para las mujeres en el circuito integrado*, 1984. Disponible en http://webs.uvigo.es/xenero/profesorado/beatriz_suarez/ciborg.pdf.

[17] En una entrevista publicada en 2006, Donna Haraway afirma: "No me puedo creer la tecno-idiocia flipante de la gente que habla de descargar la conciencia humana en un chip". Nicholas Gane y Donna Haraway, "When We Have Never Been Human, What Is to Be Done? Interview with Donna Haraway", *Theory, Culture & Society* 23, núm. 7-8 (2006), p. 146.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 312 11/10/16 3:33 PM

sino una realidad que ya somos. Y, sin embargo, aún no hemos asumido todas las consecuencias de su existencia. No hemos reconocido del todo que han quedado obsoletas las dicotomías que han fundamentado nuestra percepción del mundo a lo largo de los siglos; dicotomías como hombre/máquina, orgánico/inorgánico, natural/artificial, animal/humano, mente/cuerpo, masculino/femenino, hecho/ficción o naturaleza/cultura. Ello pone de relieve que la conceptualización de la mujer realizada por el feminismo tradicional, en la medida en que es deudora de algunas de estas dicotomías, ha de ser también cuestionada. El ciborg carece de una identidad bien definida y se muestra como una referencia contra la pureza y las fronteras identitarias trazadas de forma permanente. Por eso su figura resulta liberadora, ya que abre las puertas a nuevas políticas no basadas en concepciones estrechas y esencialistas de lo femenino. Pero no sólo las mujeres han de vivir hoy sus vidas de un modo en que los límites y las taxonomías consagradas hayan sido desdibujados o reconfigurados. También todas esas personas, los ciborgs figurados, a los que toma como referencia el posthumanismo cultural.

El transhumanismo tecnocientífico, por su parte, está inspirado en los trabajos especulativos de científicos e ingenieros provenientes en buena parte del campo de la inteligencia artificial y de la robótica (Edward Fredkin, Robert Jastrow, Marvin Minsky, Hans Moravec y Raymond Kurzweil son nombres imprescindibles al respecto). Un ejemplo representativo de este enfoque es el libro de Hans Moravec, *Mind Children*, publicado en 1988,[18] donde se anuncia con entusiasmo un futuro posbiológico en el que los seres humanos serán sustituidos en el control de este planeta por sus descendientes mentales o culturales: los robots superinteligentes, y se juega con la idea de la inmortalidad conseguida mediante el procedimiento de verter nuestra mente, que es vista en todo momento como un mero *software*, en un nuevo *hardware*, esta vez duradero, es decir, en una máquina. Lo que busca el transhumanismo tecnocientífico es la

[18] Hans Moravec, *Mind Children. The Future of Robot and Human Intelligence*, Cambridge, Harvard University Press, 1988.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 313 11/10/16 3:33 PM

superación tecnológica del ser humano y su conversión en algo completamente nuevo, un ciberorganismo genéticamente rediseñado y potenciado.

Pese a las diferencias, subyace una idea común a ambos tipos de transhumanismo: la eliminación de las fronteras entre el hombre y la máquina (y entre lo real y lo virtual) es considerada como una forma de liberación. La integración con la máquina, la superación de lo biológico (y lo corporal), en tanto que factor limitante, es el modo final en el que el ser humano puede trascender su condición, miserable, sesgada y asfixiante, para aspirar así a horizontes en los que no se atisba límite alguno, ni temporal ni material. Aferrarse a una condición humana biológica y culturalmente prefijada es un empeño absurdo y opresor. La genuina liberación política y espiritual ha de empezar por una liberación de dicha condición.

Es posible encontrar también defensores del transhumanismo que toman elementos de ambos enfoques. Tal es el caso de Peter Sloterdijk. En su libro *Normas para el parque humano* sostiene que el proyecto humanista de "amansamiento" y "domesticación" del ser humano mediante la lectura de textos canónicos y el cultivo de un progreso cultural y educativo constantes ha fracasado, y que la barbarie no ha hecho sino crecer en los últimos siglos. Sloterdijk no proporciona, por cierto, estudios empíricos para fundamentar esta afirmación.[19] Parece más bien que ése es el sentimiento pesimista que a él personalmente le despierta la visión de nuestra historia, y que, por supuesto, a falta de mejores razones, no estamos obligados a compartir. Desde ese punto de partida, y con el temor de que la bestia humana acabe destruyéndose a sí misma antes de que algo pueda impedirlo, él cree que se hace necesario y urgente obtener el mismo fin a través de procedimientos más directos y más efectivos que la educación y la lectura. El remedio ha de venir a través de una "antropotécnica" capaz de dirigir "con una política de cría" la reproducción humana; o dicho de forma más transparente, a través de la eugenesia y de la manipulación genética de nuestra

[19] Para una visión opuesta de la situación y mejor sustentada empíricamente, puede consultarse Steven Pinker, *The Better Angels of Our Nature*: *Why Violence Has Declined*, Nueva York, Viking Books, 2011.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 314 11/10/16 3:33 PM

especie. "La antropotécnica real –escribe– requiere que el político sepa entretejer del modo más efectivo las propiedades de los hombres voluntariamente gobernables que resulten más favorables a los intereses públicos, de manera que bajo su mando el parque humano alcance la homeostasis óptima".[20] En las últimas décadas, el poshumanismo ha ido incrementando su activismo político y su presencia en internet. Entre sus figuras más activas están el filósofo de Oxford, Nick Bostrom,[21] el sociólogo canadiense James Hughes,[22] el ingeniero y empresario estadunidense Ray Kurzweil,[23] y la diseñadora Natasha Vita-More.

Todo esto, sin embargo, parece bastante alejado del ámbito de investigación de la biología sintética al uso. Los temas centrales de dicha disciplina en el momento actual, como mencionamos, son fundamentalmente los circuitos de ADN, los BioBricks, las rutas metabólicas sintéticas, la producción artificial de biomoléculas y de biocombustibles, las protocélulas, los genomas mínimos y los chasis celulares, los componentes no naturales posibles en formas de vida artificialmente creadas (códigos genéticos y proteínas ortogonales con las naturales) o los consorcios microbianos sintéticos. Cualquiera de ellos encierra dificultades enormes que mantienen muy ocupados a los científicos. El transhumanismo no suele aparecer ciertamente entre sus preocupaciones más urgentes, y si se menciona, se hace a modo de colofón especulativo. Es así, por ejemplo, como aparece una obra que se ha convertido en una buena divulgación de los logros y las promesas de la biología sintética, me refiero al libro del genetista de Harvard George Church y del divulgador científico Ed Regis titulado *Regenesis. How Synthetic Biology Will Reinvent Nature and Ourselves*. En

[20] Peter Sloterdijk, *Normas para el parque humano*, Madrid, Siruela, 2008, p. 81.

[21] Nick Bostrom, "A History of Transhumanist Thought", *Journal of Evolution and Technology* 14, núm. 1 (2005), pp. 1-25. Disponible en http://www.nickbostrom.com/papers/history.pdf.

[22] Wesley J. Hughes, *Citizen Cyborg*: *Why Democratic Societies Must Respond to the Redesigned Human of the Future*, Cambridge, Westview Press, 2004.

[23] Raymond Kurzweil, *La singularidad está cerca. Cuando los humanos trascendamos la biología*, Berlín, Lola Books, 2012.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 315 11/10/16 3:33 PM

el capítulo final se trata explícitamente, aunque de forma somera, el tema del transhumanismo, apenas para decir que es una meta irrenunciable e ineludible, y que su consecución progresiva ha comenzado ya, pero en el comienzo del libro se nos había advertido con claridad cuáles son los objetivos legitimadores de todos estos avances biotecnológicos: "[E]stas tecnologías [de la biología sintética] 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".[24]

No es accidental que sean precisamente algunos de los fines del transhumanismo los aquí resaltados. Se espera que el transhumanismo constituya un objetivo final e ineludible de la biología sintética, aunque sea a largo plazo. Crear microorganismos diseñados para producir biocombustibles, o cualquier otra sustancia que nos interese, será un gran negocio y puede que, con las precauciones debidas y si los recursos dan para ello, sea también beneficioso para la humanidad (aunque a buen seguro lo será primera y principalmente para las empresas promotoras), pero lo que tarde o temprano estará definitivamente en juego será nuestra propia condición como especie, como seres humanos en el sentido literal del término.[25] Una vez alcanzada la posibilidad de modificar nuestro genoma con seguridad y precisión, e incluso de diseñarlo a voluntad –si esa posibilidad es alguna vez alcanzada–, la demanda para tal tipo de modificaciones será un elemento clave en la configuración de la sociedad del futuro. Algo que ya ha sido descrito por autores diversos como la constitución de un "supermercado genético".

Podría alguien preguntarse en este punto qué aporta de novedoso la biología sintética a estas pretensiones. Después de todo, la ingeniería genética "clásica" basta y se sobra como herramienta de transformación de nuestro genoma. En efecto, si el progreso en sus técnicas continúa sin pausa en los próximos años, la ingeniería genética puede considerarse una herramienta suficiente para el

[24] George Church y Ed Regis, *Regenesis*: *How Synthetic Biology Will Reinvent Nature and Ourselves*, Nueva York, Basic Books, 2012, p. 8.

[25] Andrés Moya, *Naturaleza y futuro del hombre*, Madrid, Síntesis, 2011.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 316 11/10/16 3:33 PM

logro futuro de muchas de las aspiraciones del transhumanismo. Con las técnicas propias de la ingeniería genética sería posible, en principio, la eliminación de genes defectuosos, la potenciación de genes responsables de la posesión de ciertas cualidades fenotípicas consideradas como deseables, e incluso la inserción en nuestro genoma de genes extraños procedentes de otras especies. Esto se hace ya de forma rutinaria con especies vegetales y ha habido también éxitos notables con algunas especies animales. No son pocos los biólogos que sostienen que en unos años estas técnicas podrán aplicarse de forma segura en los seres humanos (aunque también hay otros que consideran muy remota esa posibilidad, excepto quizás en casos puntuales en los que haya una correspondencia estrecha entre un gen o unos pocos genes y un rasgo fenotípico).[26] ¿Qué hay en la biología sintética que ha hecho que ésta se convierta en una esperanza aún mayor para los defensores del transhumanismo? La respuesta es que con ella se inaugura la posibilidad de crear en el laboratorio genes artificialmente diseñados para fines específicos capaces de hacer que las células adquieran funciones que no poseen en la naturaleza. Dichos genes podrían estar constituidos incluso por nuevos tipos de nucleótidos o estar sometidos a un código genético diferente. Esto es lo que singulariza a la biología sintética frente a la ingeniería genética "clásica" y lo que hace de ella una herramienta tan poderosa para la reconfiguración de la vida en nuestro planeta, incluyendo a nuestra propia especie.

Church y Regis, sorprendentemente, intentan minimizar estos hechos cuando señalan que cualquier pareja que tiene un hijo o cualquier par de bacterias realizando el proceso de conjugación están creando ya con ello cadenas de ADN completamente nuevas, no existentes con anterioridad.[27] No obstante, esta afirmación es poco relevante para la cuestión como aquella otra que se suele aducir para minimizar los temores que suscita la ingeniería genética en muchas personas, afirmación según la cual eso de modificar los genomas de

[26] Lo habitual es que un rasgo fenotípico sea resultado de la interacción de muchos genes y que un gen intervenga en la codificación de diferentes rasgos fenotípicos. Los genes actúan en redes.

[27] Church y Regis, *Regenesis*, p. 226.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 317 11/10/16 3:33 PM

las especies vivientes lo viene haciendo el ser humano desde el Neolítico, con el comienzo de la agricultura. Es evidente que una conexión así entre cosas tan dispares no se sostiene en pie en ninguno de los dos casos. La recombinación de genes durante el proceso reproductivo puede generar, en efecto, cadenas de ADN novedosas, pero la biología sintética puede introducir en ellas componentes no naturales, y puede reducir a minutos o a horas el proceso de generación de genes funcionales *con una finalidad específica* a partir de esas nuevas cadenas de ADN. Un proceso que en la naturaleza toma habitualmente decenas de miles de años. Por no mencionar el hecho de que el mero azar natural podría no generar nunca las combinaciones específicas de nucleótidos que sí podrían obtenerse en el laboratorio.

¿A QUIÉN CORRESPONDEN LAS DECISIONES?

El transhumanismo (no digamos ya el posthumanismo) tiene un serio problema de imagen a causa de su nombre. Es muy difícil que despierte muchas simpatías un movimiento que en su misma designación está insinuando que el ser humano es un estadio que debe ser superado. El prefijo "trans" hace referencia al paso al otro lado de un límite o al movimiento a través de algo. Y ese algo, en este caso, no puede ser sino nuestra especie tal como ha existido hasta este momento. Por eso el transhumanismo a duras penas puede separarse de la pretensión posthumanista de dar lugar a una nueva especie a expensas de la especie humana. En esa misma medida implica el deseo de poner fin a nuestra historia en este mundo. No serán ya humanos los que se beneficien de las maravillosas cualidades físicas y psíquicas prometidas por los transhumanistas para los habitantes de tiempos futuros.

No puede negarse que la idea detrás del transhumanismo de que la tecnología (y con un papel muy significativo la biotecnología) propiciará el mejoramiento constante de los seres humanos, posee gran atractivo, a tal punto que rechazarla, como se hace desde ciertas posiciones religiosas o filosóficas, resulta difícilmente justificable. Los transhumanistas lo saben y juegan con esta

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 318 11/10/16 3:33 PM

ambigüedad. Frente a aquellos que insisten en que la medicina debe tener una función meramente terapéutica y que no debe asumir jamás una tarea de potenciación o de mejora del ser humano, la respuesta de los transhumanistas ha sido recurrente. Ha consistido en señalar que las fronteras entre lo meramente terapéutico (eliminación de defectos o enfermedades) y lo meliorativo son de perspectiva y contextuales. Trazarlas con nitidez exigiría un concepto unívoco y aceptado de lo normal que no existe y que jamás existirá. Asimismo –aducen ellos–, ¿no tienen las vacunas, las vitaminas o ciertos medicamentos y drogas, como el Viagra o el Ritalín, un uso tan potenciador como terapéutico?

No sería ocioso, sin embargo, preguntarse si las "mejoras" (*enhancements*) que se nos ofrecen son realmente *mejoras* (*improvements*), es decir, si son siempre deseables, si constituyen un progreso con respecto a la situación actual, y si son compatibles entre sí o con el tipo de sociedad que consideramos justo y que da contenido a nuestros ideales de democracia y de justicia social. ¿Quiénes en concreto desean esas mejoras y por qué razones? ¿Qué tipo de sociedad presuponen y a qué tipo de sociedad conducen? ¿Estarán destinadas a todos los que las necesiten o requieran, o sólo a unos pocos? ¿Son compatibles con un sistema avanzado, igualitario y viable de sanidad pública? Éstas son preguntas pertinentes. No podemos, obviamente, darles aquí una respuesta cabal. Lo que quisiera poner de relieve con ellas es que, por especulativas que puedan ser ahora las elucubraciones del transhumanismo (y desde luego lo son), el desarrollo de la biotecnología ha llegado a un punto en el que se torna indispensable tomar en serio la necesidad de poner en práctica un genuino control democrático de la tecnociencia; un viejo deseo que John Dewey y Paul Feyerabend abanderaron en el pasado y que, sin embargo, sigue despertando demasiados recelos.

La toma de decisiones estratégicas –cuando es tanto lo que está en juego, cuando implica también a las generaciones futuras– no puede llevarse a cabo en reuniones oscuras de élites tecnocráticas, ni en los consejos de administración de las empresas biotecnológicas, cuyos intereses no coinciden casi nunca con los de los que más necesitados estarían de recibir algunos de los beneficios de la tecnología. Pero tampoco debe realizarse en los laboratorios o despachos universitarios, a los que, por

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 319 11/10/16 3:33 PM

sensibilizados éticamente que estén sus ocupantes, rara vez llega la voz de aquellos a los que supuestamente se quiere beneficiar con esas decisiones, pero que también pueden resultar gravemente perjudicados en caso de que las cosas salgan de forma imprevista. Sería absurdo pretender que las investigaciones en medicina de mejoramiento y en biología sintética debieran ser prohibidas sólo porque haya una posibilidad remota de que se puedan hacer realidad las visiones más ominosas del transhumanismo, pero parece claro igualmente que las decisiones fundamentales que han de tomarse en torno a dichas investigaciones en los próximos años no pueden ser puestas exclusivamente en manos de individuos o de grupos con intereses particulares, así como tampoco en la libertad veleidosa de un eventual supermercado genético en el que sólo en apariencia los padres tendrían toda la iniciativa. Ni el autocontrol por parte de los biotecnólogos, que fue básicamente la apuesta de la Conferencia de Asilomar, ni el control por parte de la mera demanda comercial son hoy salidas aceptables. Urge, pues, el establecimiento de una relación más equilibrada y justa entre los ciudadanos y la tecnociencia.

Uno de los autores que más en serio se ha tomado este problema ha sido el filósofo de la ciencia Philip Kitcher. Desde hace unos años viene defendiendo la propuesta de lo que él llama una "ciencia bien ordenada (o bien regulada)" (*well-ordered science*). En una ciencia bien ordenada los fines de la investigación vendrían marcados por los intereses de los ciudadanos, establecidos mediante procedimientos de democracia ilustrada (ciudadanos representativos de diversas perspectivas asesorados por expertos científicos).[28] Serían esos intereses –los de todos los ciudadanos, incluidos los de los países menos desarrollados– los que habrían de fijar la agenda de investigación en las ciencias. Es difícil precisar quién fija actualmente en la práctica dicha agenda de investigación, porque casi siempre se hace de forma poco transparente, pero es de suponer que básicamente son grupos con objetivos político-económicos bien definidos. Dejar que eso siga siendo así es a la larga irresponsable, y peligroso incluso para la propia ciencia, puesto que no parece que a ésta le convenga una posible reti-

[28] Philip Kitcher, *Science, Truth and Democracy*, Oxford, Oxford University Press, 2001; Kitcher, *Science in a Democratic Society*, Nueva York, Prometheus Books, 2011.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 320 11/10/16 3:33 PM

rada de parte del apoyo público si sigue creciendo la idea de que sus objetivos están movidos cada vez más por intereses privados, que en ocasiones pueden llegar a ser contrarios al verdadero interés público. Por ello, los enormes beneficios comerciales que generará la biología sintética no deberían impedir una regulación adecuada en este campo.

Es evidente que este ideal de ciencia bien ordenada no es de fácil consecución, pero pueden darse pasos graduales hacia él. El primer obstáculo que encuentra es que hay poca voluntad política de dar esos pasos. Ahora bien, en tanto que vamos dando forma a ese ideal, una buena pregunta que podría hacerse a los promotores del transhumanismo (y también a los portavoces de las promesas más abrumadoras que se hacen en nombre de la biología sintética) es la de si sus propuestas podrían ayudar a mejorar sustancialmente la situación de las personas socialmente más desfavorecidas, no sólo en las sociedades ricas, sino en especial en los países más pobres.[29] Las investigaciones encaminadas al desarrollo de una medicina de mejoramiento podrán quizás servir para remediar algunos problemas de salud de esas personas, pero si lo hacen, será de forma subrogada, porque es obvio que los problemas y necesidades que tal tipo de medicina vendría a satisfacer serían primariamente los de las personas con poder adquisitivo en las sociedades más ricas. Y esto, como Kitcher señala, es una agenda de investigación distorsionada por intereses particulares y en cuyo establecimiento no se ha tenido en cuenta a una buena parte de la población mundial.

Es un signo muy positivo, en mi opinión, que en esta misma línea se manifieste un informe sobre biología sintética encargado por el Biotechnology and Biological Sciences Research Council (BBSRC) del Reino Unido. Dicho

[29] No estoy sugiriendo que este tipo de preocupaciones esté por completo ausente en la agenda investigadora de la biología sintética. Soy plenamente consciente de que es una preocupación de primer orden para muchos equipos de investigadores. De hecho, no sería arriesgado decir que las preocupaciones éticas que han sido manifestadas en congresos y publicaciones relacionados con la biología sintética, quizás por los graves peligros potenciales implicados, han sido más visibles que en otras ramas de la tecnociencia.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 321 11/10/16 3:33 PM

informe, redactado por Andrew Balmer y Paul Martin, establece como primera recomendación a los biotecnólogos la siguiente:

> Es vital reconocer la importancia de mantener el apoyo y la legitimación pública. Para lograr esto, la investigación científica no debe situarse muy por delante de las actitudes públicas y las aplicaciones potenciales deben mostrar un claro beneficio social. Es más, los beneficios potenciales de la tecnología no deben ser exagerados, dado el riesgo tanto de crear una excesiva inquietud pública como el de suscitar esperanzas poco realistas.[30]

La tecnociencia actual es una empresa que no puede pretender, como sí lo pretendió durante un tiempo la ciencia teórica, estar libre de valores y ser movida por la simple curiosidad intelectual. La búsqueda de aplicabilidad práctica y de rentabilidad económica es diáfana en ella. No debemos perder de vista este hecho y, en consecuencia, hemos de reconocer que debe haber también un orden de prioridades en los fines, y que éste debe ser establecido en atención a los intereses generales y mediante procedimientos abiertos y participativos. Las normativas legales y los códigos deontológicos que han sido elaborados en algunos países con el propósito de regular la ingeniería genética, promovidos en muchos casos por los propios investigadores, constituyen un paso imprescindible y bienvenido en ese camino. Ya se están poniendo en marcha también normativas específicas para la investigación en biología sintética. Pero esto sigue siendo insuficiente. No basta con medidas de control y de autorregulación orientadas sobre todo a evitar problemas de seguridad, por importantes que estos sean. Es necesario ampliarlas de modo que otras preocupaciones de los ciudadanos sean también contempladas en la gestión de la investigación. Puede que la implementación de medidas encaminadas a la consecución de una ciencia bien ordenada no consiga impedir la aparición de *biohackers* capaces de realizar en sus garajes tropelías que ahora no podemos siquiera imaginar,

[30] Andrew Balmer y Paul Martin, *Synthetic Biology. Social and Ethical Challenges*, Nottingham, Institute for Science and Society University of Nottingham, 2008, p. 5.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 322 11/10/16 3:33 PM

pero es la mejor forma que he visto hasta ahora de dificultar su surgimiento y de fomentar de paso el apoyo social a la biotecnología.

CONCLUSIONES

El surgimiento de la biología sintética ha traído consigo un reforzamiento de las propuestas transhumanistas. La reconfiguración genética del ser humano aparece, en efecto, como uno de sus objetivos finales, aunque no sea algo abiertamente reconocido. El mejoramiento genético se nos presenta hoy como el futuro mismo de la medicina, la cual dejará atrás su mera función terapéutica. Ante la magnitud de las transformaciones que se nos anuncian, urge la implementación de medidas efectivas para facilitar una participación democrática por parte de los ciudadanos en el establecimiento de la agenda de investigación. La propuesta de una "ciencia bien ordenada" realizada por Philip Kitcher proporciona una orientación útil e interesante en la consecución de dicho objetivo.

BIBLIOGRAFÍA

Acevedo-Rocha, C. G., G. Fang, M. Schmidt, D. W. Ussery y A. Danchin, "From Essential to Persistent Genes: A Functional Approach to Constructing Synthetic Life", *Trends in Genetics* 29, núm. 5 (2013), pp. 273-279. DOI: 10.1016/j.tig.2012.11.001.

Annaluru, Narayana, Héloïse Muller, Leslie A. Mitchell, Sivaprakash Ramalingam, Giovanni Stracquadanio, Sarah M. Richardson, Jessica S. Dymond *et al.*, "Total Synthesis of a Functional Designer Eukaryotic Chromosome", *Science* 344, núm. 6179 (2014), pp. 55-58. DOI:10.1126/science.1249252.

Balmer, Andrew, y Paul Martin, *Synthetic Biology. Social and Ethical Challenges*, Nottingham, Institute for Science and Society-University of Nottingham, 2008.

BCC Research, "Top Ten Suppliers of Synthetic Biology Technology". http://www.bccresearch.com/market-research/biotechnology/top-ten-synthetic-biology-bio119a.html. Consultado en marzo de 2013.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 323 11/10/16 3:33 PM

Bedau, Mark A., Emily C. Parke, Uwe Tangen y Brigitte Hantsche-Tangen, "Social and Ethical Checkpoints for Bottom-up Synthetic Biology, or Protocells", *Systems and Synthetic Biology* 3, núm. 1 (2009), pp. 65-75. DOI: 10.1007/s11693-009-9039-2.

Bostrom, Nick, "A History of Transhumanist Thought", *Journal of Evolution and Technology* 14, núm. 1 (2005), pp. 1-25. Disponible en http://www.nickbostrom.com/papers/history.pdf.

Boudry, Maarten, y Massimo Pigliucci, "The Mismeasure of Machine: Synthetic Biology and the Trouble with Engineering Metaphors", *Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 44, núm. 4 (2013), pp. 660-668. DOI: 10.1016/j.shpsc.2013.05.013.

Church, George y Ed Regis, *Regenesis. How Synthetic Biology Will Reinvent Nature and Ourselves*, Nueva York, Basic Books, 2012.

"Craig Venter: Designing Life", "CBS News", (video). Disponible en https://www.youtube.com/watch?v=J0rDFbrhjtI. Consultado el 21 de noviembre de 2010.

"Craig Venter: On the verge of creating synthetic life", (video de TED). Disponible en http://www.ted.com/talks/craig_venter_is_on_the_verge_of_creating_synthetic_life. Consultado en febrero de 2008.

Diéguez, Antonio, "Biología sintética, transhumanismo y ciencia bien ordenada". *Viento Sur* 130 (2013), pp. 71-80

———, "La acción tecnológica desde la perspectiva orteguiana: el caso del transhumanismo", *Revista de Estudios Orteguianos* 29 (2014), pp. 131-154.

Gane, Nicholas, y Donna Haraway, "When We Have Never Been Human, What Is to Be Done? Interview with Donna Haraway", *Theory, Culture & Society* 23, núm. 7-8 (2006), pp. 135-158.

Gil, R., F. J. Silva, J. Peretó y A. Moya, "Determination of the Core of a Minimal Bacterial Gene Set". *Microbiology and Molecular Biology Review* 68, núm. 3 (2004), pp. 518-537. DOI:10.1128/MMBR.68.3.518-537.2004.

Haraway, Donna, *Manifiesto Ciborg. El sueño irónico de un lenguaje común para las mujeres en el circuito integrado,* 1984. Disponible en http://webs.uvigo.es/xenero/profesorado/beatriz_suarez/ciborg.pdf.

Hughes, Wesley J., *Citizen Cyborg: Why Democratic Societies Must Respond to the Redesigned Human of the Future*, Cambridge, Westview Press, 2004.

Kitcher, Philip, *Science in a Democratic Society*, Oxford, Oxford University Press, 2001.

———, *Science, Truth and Democracy,* Nueva York, Prometheus Books, 2011.

Kurzweil, Raymond, *La singularidad está cerca. Cuando los humanos trascendamos la biología*, Berlín, Lola Books, 2012.

Latouche, Serge, y Didier Harpagès, *La hora del decrecimiento*, Barcelona, Octaedro, 2011.

Moravec, Hans, *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence*, Cambridge, Harvard University Press, 1988.

Moya, Andrés, *Naturaleza y futuro del hombre*, Madrid, Síntesis, 2011.

———, *El cálculo de la vida*, Valencia, Publicacions de la Universitat de València, 2014.

Nature Biotechnology, "What's in a Name?", *Nature Biotechnology* 27, núm. 12 (2009), pp. 1072-1073. DOI:10.1038/nbt1209-1071.

Nicholson, Daniel J., "Organisms ≠ Machines", *Studies in the History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 44, núm. 4 (2013), pp. 669-678. DOI: 10.1016/j.shpsc.2013.05.014.

Pinker, Steven, *The Better Angels of Our Nature: Why Violence has Declined*, Nueva York, Viking Books, 2011.

Rasmussen, Steen, Mark A. Bedau, Liaohai Chen, David Deamer, David C. Krakauer, Norman H. Packard y Peter F. Stadler (eds.), *Protocells: Bridging Nonliving and Living Matter*, Cambridge, The MIT Press, 2009.

Ribeiro, Silvia, "Biotecnología sintética, bioeconomía y justicia global", *Viento Sur* 131 (2013), pp. 52-60.

Riechmann, Jorge, *Gente que no quiere viajar a Marte*, Madrid, Los libros de la catarata, 2004.

———, *Un mundo vulnerable*, Madrid, Los libros de la catarata, 2001.

Sanmartín, José, *Tecnología y futuro humano*, Barcelona, Anthropos, 1990, p. 135.

Sandel, Michael J., *The Case Against Perfection*, Cambridge, Harvard University Press, 2007.

Sloterdijk, Peter, *Normas para el parque humano*, Madrid, Siruela, 2008.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 325 11/10/16 3:33 PM

Solé, Ricard V., Andreea Munteanu, Carlos Rodríguez-Caso y Javier Macía, *Synthetic Protocell Biology: From Reproduction to Computation*, Santa Fe, Santa Fe Institute, 2006. DOI: 10.1098/rstb.2007.2065.

Van der Belt, Henk, "Playing God in Frankenstein's Footsteps: Synthetic Biology and the Meaning of Life", *Nanoethics* 3 (2009), pp. 257-268. DOI: 10.1007/s11569-009-0079-6.

Venter, Craig, *Life at the Speed of Light: From the Double Helix to the Dawn of Digital Life*, Nueva York, Viking, 2013.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 326 11/10/16 3:33 PM

BIOARTEFACTOS EN LA AGRICULTURA Y CONNOTACIONES DEL RIESGO

*Elena Arriaga Arellano**

"Legislar estableciendo prohibiciones es fácil, la cuestión es: ¿cómo se puede legislar la moderación?"

Garrett Hardin

INTRODUCCIÓN

La agricultura surgió con la domesticación de algunas especies vegetales aproximadamente hace 11 000 años y con ello, la humanidad creó los primeros bioartefactos. La agricultura, considerada la primera y más importante revolución técnica, es la base de la evolución de la humanidad y, en la actualidad, la producción intensiva es la base de la alimentación en las zonas urbanas que concentran entre 40 y 60% de la población mundial.

Sin embargo, hoy la agricultura intensiva nos enfrenta ante un dilema, pues su expansión se justifica por la demanda creciente de alimentos y combustibles para satisfacer a los más de 7 000 millones de seres humanos, a costa de la reducción de la diversidad biológica y cultural,[1] ya que al producir masivamente unas cuantas especies también se afecta la diversidad culinaria y ello puede contribuir a la marginación de grupos sociales, pues al no competir, los pequeños productores de las comunidades rurales se desplazan a los centros urbanos, dejando su lugar de nacimiento con sus costumbres y tradiciones.

* Instituto de Biotecnología-UNAM. Programa Universitario de Bioética-UNAM.

[1] Para fines de este trabajo el término "cultura" se usa para referirse al conjunto de hábitos, tradiciones y alimentación característicos de un grupo social, que lo hacen diferente a otros.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 327 11/10/16 3:33 PM

Otros efectos adversos son los relacionados con la salud, como la contaminación de los productos agrícolas con residuos químicos que, entre otras afecciones, generan enfermedades hormonales y/o crónico-degenerativas; el consumo de productos básicos ricos en carbohidratos que, particularmente en la población urbana, contribuyen a la obesidad, la diabetes, etc., y en los países pobres, la falta de alimento produce desnutrición.[2]

A pesar de las inequidades y los problemas generados por la agricultura industrial, la población mundial sigue en aumento y con ello también la demanda de productos agrícolas y el avance de la producción agrícola industrial. Además, el volumen de la producción agrícola, así como los precios de los productos se definen más en función de las transacciones comerciales que por la variación en las condiciones climatológicas. Entre dichos elementos económicos se encuentran los subsidios a la producción en los países desarrollados, que llegan a ser casi 30 veces más que la ayuda disponible para el sector agrícola en los países con menor desarrollo.[3]

Esta situación influye en que los países en desarrollo o con menos recursos se centren en productos básicos, cuyos precios son más fluctuantes y generan la necesidad de sembrar más hectáreas para mantener una cierta cantidad de ingresos. Asimismo, la producción agrícola intensiva se ha concentrado en manos de algunos grupos multinacionales, desplazando a los pequeños productores y aumentando la dependencia en ella.

En la actualidad se cuestiona el uso de los cultivos genéticamente modificados (CGM) porque se les atribuyen riesgos de contaminación química y biológica, la disminución de la biodiversidad por el flujo génico, la afectación de la salud por los marcadores de resistencia a antibióticos y/o porque pueden

[2] En 2003 se reportó que en África 23% de la población carecía de alimento suficiente, en comparación con 1% de la población de Europa. Boletín UNAM, "Persistirá la volatilidad de los precios de alimentos en el mundo". Disponible en http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_645.html. Consultado el 28 de octubre 2003.

[3] *El estado de los mercados de productos básicos agrícolas 2004*, Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2005, p. 6, Disponible en ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5419s/y5419s00.pdf.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 328 11/10/16 3:33 PM

contener sustancias tóxicas, etc. Si bien no se han comprobado efectos negativos, tampoco hay pruebas concluyentes de que no provocan daño ni se han realizado estudios epidemiológicos convincentes. Mientras tanto, para justificar el uso de los cultivos genéticamente modificados (CGM), los consorcios multinacionales que los generan argumentan que son "más naturales".

Las dudas sobre los riesgos y beneficios de los CGM llevaron a establecer acuerdos globales y legislaciones locales, en los que se definió que para su aprobación era necesario evaluar el riesgo ambiental (ERA) y su inocuidad, a partir de una base científica. A pesar de esto, a casi 20 años del inicio de la comercialización de los CGM, no se han publicado guías reconocidas por pares ni por los miembros de la sociedad que demuestren un fundamento científico, e incluso está en duda que se haya realizado una adecuada evaluación del riesgo. Lo anterior ha generado una "incertidumbre artificial" sobre la seguridad de los CGM.[4]

Sin embargo, como se muestra en este apartado, dicha situación es producto de los complejos problemas creados por la actividad más contaminante, pero necesaria, que es la agricultura industrial intensiva. Para ello se presentan las siguientes secciones: la definición de los bioartefactos y sus cambios en la agricultura, las connotaciones del riesgo (en los países desarrollados que fue donde surgió este concepto) y cómo ha evolucionado y se ha adoptado en otras regiones en el uso de productos biotecnológicos y que, por diferentes razones, se ha limitado a la cuantificación de concentraciones máximas permitidas de las sustancias consideradas tóxicas. En las secciones finales se integran los elementos para resumir las políticas y los factores éticos que deberían ser tomados en cuenta por las empresas, los gobiernos y los consumidores.

[4] Elena Arriaga Arellano y Jorge Enrique Linares Salgado, "La evaluación del riesgo de las plantas transgénicas: de la regulación a la bioética", *Revista de Bioética y Derecho*, núm. 27 (2013), p. 48. Disponible en http://www.ub.edu/fildt/revista/pdf/rbyd27_art-arriaga&linares.pdf.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 329 11/10/16 3:33 PM

ARTEFACTOS, BIOARTEFACTOS Y AGRICULTURA

Los artefactos son todas aquellas creaciones humanas "que vienen a la existencia para un fin humano", en tanto que "lo natural" existe "por un movimiento continuo" e "independientemente" de la acción humana.[5] Los artefactos pueden ser producidos con técnicas o tecnologías simples o sofisticadas; pueden tener como parte de su composición materiales inorgánicos u orgánicos, naturales o sintéticos. Con base en estos elementos, los bioartefactos son los artefactos construidos por el hombre con seres vivos, que en este capítulo están referidos como los vegetales utilizados en la agricultura. Los bioartefactos se pueden considerar según diferentes niveles de artificialidad, como se resume en la figura 1.

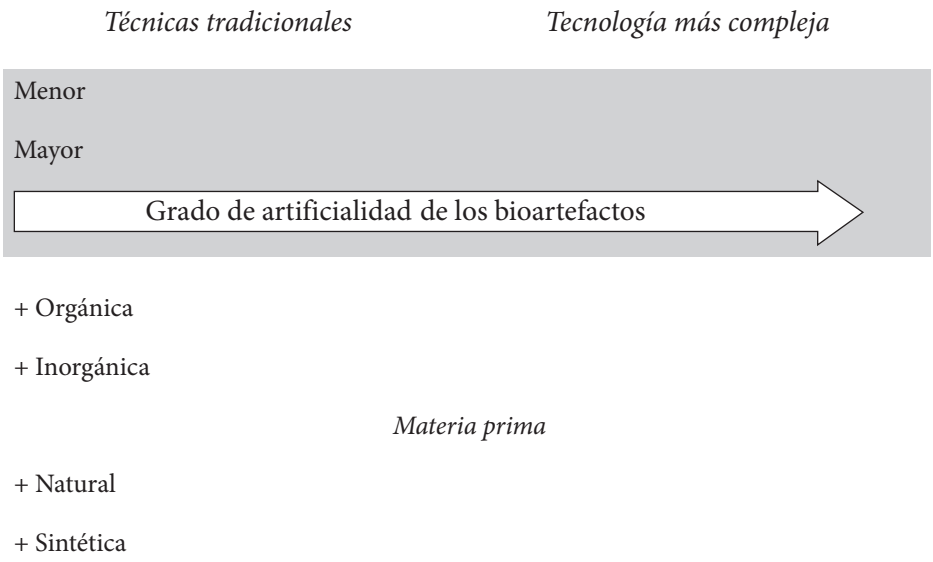


Figura 1. Grado de artificialidad de los bioartefactos.

[5] Keekok Lee, *The Natural and the Artefactual*: *The Implications of Deep Science and Deep Technology for Environmental Philosophy*, Lanham, Lexington Books, 1999, p. 39.

Con base en la figura 1 se podría decir que, en relación con la complejidad de las técnicas para su construcción, entre los bioartefactos vegetales, los menos artificiales son las especies domesticadas; luego las mejoradas por cruzamiento; en tanto, los más artificiales son las especies modificadas con biotecnologías modernas, como los organismos genéticamente modificados (OGM). Los cultivos producto de la biología sintética serán aún más artificiales, no sólo por las técnicas empleadas, sino por los materiales sintéticos utilizados en su construcción. En estos términos, y como se señala en otros artículos de este libro, los animales modificados o criados para la producción de alimentos o para la experimentación, e incluso el ser humano, podrían considerarse bioartefactos.

La "invención" de los primeros bioartefactos vegetales ocurrió con la selección de algunas especies vegetales y con la posibilidad de hacer que dichas especies se reprodujeran en áreas en las que normalmente no crecerían. La evolución de la producción de alimentos mediante el cultivo tardó miles de años y se desarrolló a una velocidad mayor en las regiones del hemisferio norte (como la Creciente Fértil en Mesopotamia) y más tarde en Europa y Asia.

En las primeras etapas de la agricultura se cultivaron sólo algunas especies y la alimentación se complementaba con la recolección de frutos de vegetales silvestres y la caza; actividades que fueron disminuyendo en la medida en que aumentaban los rendimientos en la producción agrícola.[6]

Las primeras comunidades agrícolas, establecidas probablemente en el año 8 000 a. C., utilizaban el trigo, la cebada y otros cultivos, domesticados en la Creciente Fértil y adoptados y adaptados en otras regiones;[7] también se utilizaron otros cultivos cuyo origen se identifica en regiones diferentes, como se muestra en el siguiente cuadro.

[6] Jared Diamond, *Guns*, *Germs and Steel*: *The Fate of Human Societies,* Nueva York, W.W. Norton & Company, 1997, p. 107.

[7] Área alrededor de los ríos Nilo, Jordán, Tigris y Éufrates, donde inició el Neolítico.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 331 11/10/16 3:33 PM

CUADRO 1.

PRIMERAS ESPECIES VEGETALES DOMESTICADAS

Año (a. C.)	*Región(es)*	*Vegetales*	*Animales*
8 000	Creciente Fértil	Trigo, chícharo y olivo	Borrego y cabra
7 500	China	Arroz y sorgo	Cerdo y gusano de seda
7 000	Nueva Guinea	Caña de azúcar y plátano	
6 000	Egipto	Sicómoro o higuera africana	Burro y gato
6 000-3 500	Europa	Inicio de la producción de amapola y avena	
5 000	Sahel	Amaranto, sorgo y arroz africano	
3 500	Mesoamérica	Maíz, frijol y calabaza	Pavo (guajolote)
3 500	Andes de América del Sur y cerca de la cuenca amazónica	Papa y yuca	Llama
3 000-2 500	Estados Unidos	Girasol	

Fuente: Diamond (1997: 97-100)

En los inicios de la agricultura, la producción se centró en el cultivo de cereales (cebada y trigo) como fuente de carbohidratos, ya que son plantas estacionarias con un ciclo de vida corto. Una vez que se logró un cierto control sobre este tipo de productos, se inició la domesticación de árboles frutales y más tarde se cultivaron herbáceas para la obtención de fibras textiles, como el lino;[8] actualmente se producen bioplásticos.

Con la obtención de excedentes de alimentos y debido al almacenamiento de los productos agrícolas se generaron plagas y enfermedades, como el cólera, producido por la contaminación del agua; el tifus, transmitido por las pulgas

[8] Alfred W. Crosby, *Ecological Imperialism. The Biological Expansion of Europe, 900-1900*, Cambridge, Cambridge University Press, 2004.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 332 11/10/16 3:33 PM

de las ratas, o la malaria, transmitida por mosquitos presentes en los campos de arroz; además del surgimiento de casos de alergia al gluten.[9]

A partir del descubrimiento de América, el cultivo de las especies agrícolas se centró en unas cuantas, debido al transporte de especies domesticadas para "europeizar" la flora y la fauna de los territorios conquistados; cambio que se logró cerca del año 1500; para el 1550 "fue ya irreversible". Entre las primeras especies trasladadas para cultivarse en América estaban el trigo, el olivo y la vid, así como el cerdo y el caballo, en cuanto a especies animales.[10] A esto se suma que, con la selección, traslado y uso de las mismas especies en diferentes regiones del mundo, por efecto de las guerras y el comercio, la producción se ha concentrado cada vez más en el cultivo intensivo y extensivo de productos básicos.

La producción intensiva de monocultivos también ha estado asociada al desarrollo del conocimiento científico moderno, ya que, basándose en la observación, se logró la selección y luego el mejoramiento de las semillas. La publicación de Mendel sobre la intervención humana en el cruzamiento de individuos de una misma especie, en 1866, estableció la base de la genética moderna, lo que hizo de la producción de híbridos algo fundamental para aumentar los rendimientos agrícolas, ya que al tener individuos iguales no hay competencia por luz ni por nutrientes, lo que permitió aumentar el número de plantas sembradas en un espacio determinado.

Por lo anterior, la venta de semillas mejoradas cobró importancia y en el siglo xx se abrió un nuevo giro industrial: el de las empresas semilleras, las cuales descubrieron que al cruzar líneas endogámicas podían obtenerse semillas vigorosas, con altos rendimientos en la primera generación (F1). Pero ya que no sucedía lo mismo con la siguiente generación, los agricultores tuvieron que comprar la semilla de siembra cada ciclo; y así, como en el caso del maíz,

[9] George Church y Ed Regis, *Regenesis*: *How Synthetic Biology Will Reinvent Nature and Ourselves*, Nueva York, Basic Books, 2012, p. 149.

[10] Alfred W. Crosby, *El intercambio transoceánico. Consecuencias biológicas y culturales a partir de 1492*, México, UNAM, 1991, p. 69.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 333 11/10/16 3:33 PM

la semilla híbrida para la siembra "resultó ser la versión biológica de las patentes".[11] A partir de la década de los setenta del siglo pasado las empresas semilleras se integraron o fueron adquiridas por las productoras de agroquímicos (algunas fundadas a inicios del siglo XIX) (ver figura 2), con lo que se formaron los grandes consorcios agroindustriales multinacionales que actualmente controlan la producción, los precios y las políticas para la producción de alimentos.

Como se resume en la figura 2, el crecimiento y la concentración de las empresas productoras de agroquímicos estuvieron influidos por factores económicos, políticos, ambientales y biológicos. La inversión, desarrollo y protección de las invenciones hicieron que las empresas fueran cada vez más grandes, así como las políticas internacionales para aumentar la producción en los países pobres, que fue el caso de la expansión de la "revolución verde" a los países en desarrollo, y las políticas internacionales aplicadas a través de la Organización de las Naciones Unidas para lograr acuerdos para reducir la contaminación por agroquímicos. El uso intensivo de monocultivos también provocó cambios en los agrosistemas y todo influyó para la concentración de la industria en algunas empresas que quedaron como productoras de agroquímicos y en otras que se integraron con semilleras, formando así los grandes consorcios que comercializan los cultivos genéticamente modificados, como el caso de Syngenta.

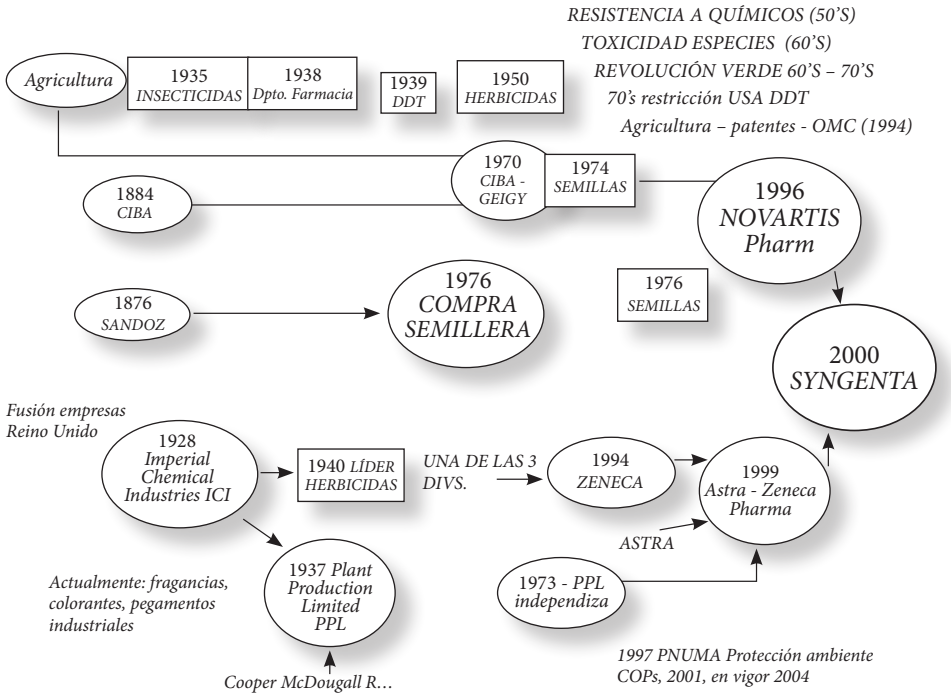
Figura 2. Resumen histórico de la asociación y transformación de algunas empresas químicas, semilleras y agroquímicas. Entre los factores que han favorecido la integración de multinacionales de agroquímicos, está la protección de sus desarrollos tecnológicos, lo que ocurrió a partir de 1915 en EUA donde fue posible proteger las nuevas variedades vegetales y en 1934 por primera vez en Londres, con la protección de productos agrícolas (*v. gr.* vino y tabaco) a través de patentes;[12]

[11] Michael Pollan, *Omnivore's Dilemma. A Natural History of Four Meals*, Nueva York, The Penguin Press, 2003, pp. 19-31.

[12] José Luis Solleiro y Elena Arriaga, "Patentes en biotecnología: oportunidades, amenazas y opciones para América Latina", en *Políticas de propiedad industrial de inventos biotecnológicos y uso de germoplasma en América Latina y el Caribe*, Costa Rica, Programa Regional de Biotecnología para América Latina y el Caribe PNUD/UNESCO/ONUDI-Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA-OEA), 1991, p. 346.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 334 11/10/16 3:33 PM

además de la protección de los agroquímicos y la maquinaria. Otros factores fueron la expansión de la revolución verde, la resistencia generada por las plagas, la afectación de los pesticidas a otras especies, la denuncia de los daños al ambiente y el establecimiento de acuerdos internacionales para la protección del mismo.



Además del uso de especies híbridas, la intensificación de la agricultura ha estado asociada a ciertas prácticas agrícolas, como el uso de maquinaria y la aplicación de sustancias químicas (fertilizantes y pesticidas) para fomentar el crecimiento de los cultivos y para inhibir las plagas. En un principio, dichas sustancias eran extractos o polvos provenientes de plantas; luego sustancias minerales (sal y sulfatos); más tarde se empezaron a producir compuestos químicos (inorgánicos y orgánicos); luego se usaron virus, bacterias y otros organismos para "control biológico", y a partir de 1996 inició el uso de los cultivos transgénicos, como se resume en el cuadro 2.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 335 11/10/16 3:33 PM

CUADRO 2.

PRODUCTOS TECNOLÓGICOS Y DESARROLLOS MÁS IMPORTANTES EN LA PRODUCCIÓN INDUSTRIAL DE MONOCULTIVOS.

Periodo/ registro en	*Prácticas/ herramientas agrícolas*	*Pesticidas*	*Fertilizantes*
Mesopotamia	Posible uso de herramientas para arar		
China		Uso de polvo de crisantemo	
Grecia	Registro de uso del arado	Azufre	
En *Libro de los jueces,* 1755 y 1763		Sal para arruinar cultivos, luego como herbicida Cloruro de mercurio para tratamiento de semillas y nicotina para control de áfidos	
1803		Sulfato de cobre como herbicida	
Después de 1920			Inicia uso sistemático de sales de amonio (sintético[13] residual de la guerra) en Alemania, y a partir de 1947, empezó a fertilizarse también en EUA
1940 -	Uso de agroquímicos y especies mejoradas	Pesticidas organoclorados – inicio con DDT (Geigy) Primeros piretroides	
1965 -		Organofosforados (malatión y paratión) (Bayer)	
1969 -		Metilcarbamatos (Union Carbide)	

[13] La síntesis de amoniaco fue desarrollada en 1918 por Fritz Haber ("padre de la guerra química" porque sus invenciones permitieron el uso de gas dicloro y otros gases venenosos durante la Primera Guerra Mundial). Ésta es considerada una de las invenciones más importantes, pues a partir de ahí se logró la producción de fertilizantes para incrementar los rendimientos agrícolas, limitados hasta entonces por la fijación de nitrógeno a través de la rotación de cultivos, "sin esta invención dos de cada cinco seres humanos no existirían en la actualidad", Pollan, *Omnivore's Dilemma*, pp. 42-43.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 336 11/10/16 3:33 PM

1970 -	Control biológico con bioartefactos (los más usados: bacterias [*Bacillus thuringiensis*] y virus [*Bacuolovirus*]) Sandoz Predominó el uso de piretroides
1983	Benzoilurea acaricida
1996 -	OGM resistencia a herbicidas más glifosato y otros agroquímicos y producción de insecticidas *(Bt)*

Fuentes: Perkins y Jamison, 2008; Casidia y Quistad, 2008; Copping y Menn, 2000, y Zimdahl, 2010.

A partir de la revolución verde que inició en Estados Unidos y Europa en la década de los cuarenta, el uso de agroquímicos y el mejoramiento de semillas se aplicaron de manera intensiva. Después de 1960 algunas agencias, como la Rockefeller Foundation y la United States Agency for International Development (USAID), promovieron la expansión de este uso para el mejoramiento de cultivos básicos en los países en desarrollo,[14] donde, como consecuencia, aumentaron la producción de granos básicos y las exportaciones.

Conviene señalar que a partir de la publicación del libro de Rachel Carson, *Primavera silenciosa*, en 1962, se pusieron en evidencia los efectos ambientales y en la salud por el uso de agroquímicos, lo que alertó a la población civil y fue uno de los motivos para el inicio del movimiento ecologista en el mundo; asimismo, dicha publicación y la manifestación de la preocupación social contribuyeron al establecimiento de legislaciones en EUA para la evaluación de los riesgos de la tecnología, incluyendo el uso de agroquímicos.[15]

A partir de la década de los setenta los grupos agroindustriales empezaron a incursionar en el control biológico, utilizando bacilovirus y bacterias (*Bacillus*

[14] Philipp Aerni, "Agricultural Biotechnology and its Contribution to the Global Knowledge Economy", *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology* 107 (2007), p. 81. DOI:10.1007/10_2007_058.

[15] John E. Casida y Gary B. Quistad, "Golden Age of Insecticide Research: Past, Present, or Future?", *Annual Review of Entomology* 43 (1998), p. 7.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 337 11/10/16 3:33 PM

thuringiensis o *Bt*).[16] Las bacterias *Bt* siguen aplicándose en la producción orgánica y han sido utilizadas también para la construcción, con técnicas de la biotecnología moderna,[17] de los cultivos genéticamente modificados.

La primera generación de plantas GM tuvo como objetivo aumentar el rendimiento agrícola a través del control de plagas (especies resistentes a herbicidas, insectos y virus); la segunda, tener productos con ventajas para los consumidores, como mayor contenido de proteínas, vitaminas, ácido oleico, etc.; la tercera, generar plantas resistentes al estrés biótico (sequía, altas temperaturas o suelos salinos), y la cuarta, el desarrollo de las farmoplantas (*i.e.,* producción de vacunas).[18] En 2012, los cultivos GM de primera generación con una o más modificaciones para resistir a insectos y herbicidas, son los que se cultivan en casi 30 países.[19] Al igual que con el uso intensivo de agroquímicos, se ha generado resistencia a los pesticidas, por lo que se están haciendo nuevas modificaciones para otros compuestos, como uno de los dos componentes del agente naranja,[20] que está en proceso de autorización

[16] Virus que infectan a algunas larvas, mosquitos, crustáceos y artrópodos. La producción y aplicación de estos virus en el cultivo del algodón inició a principios de la década de 1970, por la empresa Sandoz. Leonard G. Copping y Julius G. Menn, "Review Biopesticides: A Review of their Action, Applications and Efficacy", *Pest Management Science* 56 (2000), p. 662. DOI: 10.1002/1526-4998(200008)56:8<651::AID-PS201>3.0.CO;2-U.

[17] Aplicación de técnicas *in vitro* de ácido nucleico, incluidos el ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u orgánulos; o la fusión de células más allá de la familia taxonómica, que superan las barreras fisiológicas naturales de la reproducción o de la recombinación y que no son técnicas utilizadas en la reproducción y selección tradicional. *Protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica*, Montreal, Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica-ONU, 2000. Disponible en http://www.cbd.int/doc/legal/cartagena-protocol-es.pdf.

[18] Javier A. Magaña-Gómez y Ana M. Calderón de la Barca, "Risk Assessment of Genetically Modified Crops for Nutrition and Health", *Nutrition Reviews* 67, núm. 1 (2009), p. 2. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2008.00130.x.

[19] Clive James, *Report on Global Status of Biotech/GM Crops. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications*, 2012. Disponible en https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/44/pptslides/Brief44slides.pdf.

[20] El herbicida glifosato se está combinando con otro herbicida conocido como 2,4-D que, mientras que a largo plazo ha demostrado ser eficaz, su uso es controversial debido a su naturaleza volátil y sus efectos tóxicos y por ser uno de los elementos en el agente naranja,

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 338 11/10/16 3:33 PM

en algunos países, como EUA, y las especies modificadas para producir más de un tipo de toxina *Bt*.[21]

Las mejoras tecnológicas en la producción agrícola, las estrategias de protección de la propiedad industrial, la inclusión de la agricultura en los tratados comerciales en la Organización Mundial del Comercio (OMC) a partir de 1994 y los subsidios a la agricultura de los países industrializados, han sido factores que definen internacionalmente qué se compra en el mundo, qué y cómo se produce y quién produce qué. Además, al evaluar el riesgo de los cultivos genéticamente modificados, en muchos casos las políticas se han enfocado sólo en el "cumplimiento" de las leyes locales, cuando la decisión para la aplicación y uso de las tecnologías se toma a nivel global.[22] Esto cobra importancia debido a la concentración, integración comercial y globalización de la producción agrícola que ha ocurrido a mayor velocidad en las últimas décadas.

La preponderancia de los factores económicos ante los riesgos ambientales y a la salud han llevado a considerar que el manejo de la agricultura mundial y el comercio global de alimentos está basado mayormente en aspectos políticos e incluso biopolíticos,[23] ya que en la producción y distribución de los alimentos

un defoliante utilizado en la guerra de Vietnam. C. Gillam, "UPDATE 1-Dow Agrees to Safeguards for new Crops, 2,4-D Weed Killer", *Reuters*, 11 de septiembre de 2012. Disponible en http://www.reuters.com/article/2012/09/11/usda-dow-crops-idUSL1E8KBNKG20120911.

[21] Aaron J. Gassmann *et al*., "Insecticide Resistance and Resistance Management. Effects of Pink Bollworm Resistance to Bacillus thuringiensis on Phenoloxidase Activity and Susceptibility to Entomopathogenic Nematodes", *Journal of Economic Entomology* 102, núm. 3 (2009), pp. 1224-1232. DOI:http://dx.doi.org/10.1603/029.102.0348.

[22] Anne Ingeborg Myhr y G. Kristin Rosendal, GMO *Assessment in Norway as Compared to EU Procedures*, Trondheim: Direktoratet for naturforvaltning, 2009, 16. Disponible en http://www.miljodirektoratet.no/old/dirnat/attachment/104/Utredning%202009-2_nett.pdf.

[23] Foucault se refiere a esta definición cuando, en su obra "La voluntad de saber", sintetiza el proceso a través del cual en los umbrales de la vida moderna, la vida natural empieza a ser incluida en los mecanismos y los cálculos del poder estatal y de la política, siendo esta última transformada en "biopolítica". Para él hay una "animalización del hombre" por las más refinadas estrategias políticas. Refiere que en las sociedades capitalistas el control del biopoder ha creado, por así decirlo a través de una serie de tecnologías, los "cuerpos dóciles" que le son necesarios. Giorgio Agamben, *Homo sacer. El poder soberano y la nuda vida*, trad. y notas A. Gimeno Cuspinera, Valencia, Pre-Textos, 1998.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 339 11/10/16 3:33 PM

el poder económico es fundamental, por lo que se genera tecnología con mayor eficiencia para obtener más utilidades.[24]

No obstante, en los costos de producción no se consideran ni cubren los de afectación a la vida ni a la biodiversidad. En un estudio publicado en 1980 se obtuvo una estimación de aproximadamente 840 millones de dólares, de los costos indirectos sociales y ambientales por el uso de pesticidas en EUA, que entre otros incluían 45 000 intoxicaciones no letales al año, la pérdida de 12 millones de dólares en la producción pecuaria, 287 millones dólares en pérdidas por la reducción de enemigos naturales y la generación de resistencia a los pesticidas y 135 millones de dólares por envenenamiento de abejas y reducción de polinizadores.[25]

LOS RIESGOS DE LA AGRICULTURA

El examen de los posibles beneficios y riesgos de la liberación ambiental y el consumo de los cultivos genéticamente modificados, lleva a hacer un análisis de la agricultura, ya que a pesar de ser la base de las sociedades modernas, es también el origen de la reducción de la diversidad, pues partió de la domesticación de unas cuantas variedades vegetales, a pesar de la existencia de miles de especies,[26] en tanto se han recolectado y domesticado aproximadamente 7 000 especies de plantas, pero actualmente 90% de la alimentación mundial se basa en sólamente 15 especies de plantas y ocho de animales, mismas que se producen en aproximadamente un tercio de la superficie terrestre.[27]

[24] Andree Peter, "The Biopolitics of Genetically Modified Organisms in Canada", *Journal of Canadian Studies* 37, núm. 3 (2002).

[25] David Pimentel *et al.*, "Environmental and Social Costs of Pesticides: a Preliminary Assessment", *Oikos* 34 (1980). DOI: 10.2307/3544173.

[26] En 2007 se reportó que había alrededor de 1 900 000 especies descritas taxonómicamente, de las que cerca de 300 000 son especies vegetales vasculares, y miles más se reportan cada año. Arthur D. Chapman, *Numbers of Living Species in Australia and the World*, Canberra, Gobierno de Australia-Departamento del Ambiente y del Patrimonio, 2005. Disponible en http://www.biostim.com.au/pdf/number-living-species-report.pdf.

[27] Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), "Análisis de riesgo a la biodiversidad por organismos vivos modificados (OVM)". Disponible

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 340 11/10/16 3:33 PM

El ser humano se enfrenta al dilema de qué comer, pues no todas las especies vegetales sirven como alimento, muchas de ellas no pueden ser digeridas, contienen sustancias tóxicas,[28] tienen un bajo nivel nutritivo[29] o, debido a la cantidad y forma de consumo, pueden provocar enfermedades crónicas o desnutrición. Uno de los registros más antiguos sobre los riesgos a la salud por la exposición a ciertas sustancias data del año 500 a. C., cuando los griegos observaron la relación entre la salud y la minería. Hipócrates escribió sobre la toxicidad del plomo y Plinio y Galeno describieron los efectos tóxicos de la exposición al mercurio.[30]

Sin embargo, los efectos nocivos de los alimentos empezaron a analizarse después del desarrollo de la toxicología, cuyo origen se ha atribuido a Paracelso, quien en el siglo XVI señaló que "todas las sustancias son venenosas […]. La dosis correcta hace la diferencia entre un remedio y un veneno", y definió la toxicidad como "la capacidad de una sustancia para producir daños serios al cuerpo o la muerte, y que es una propiedad inherente de cada sustancia química". Indicó además que "aun aquellas sustancias que ordinariamente se consideran como no tóxicas, como el azúcar, la sal, el agua […] tienen la capacidad inherente de producir daño corporal o la muerte, pero en un grado menor, con respecto a las sustancias que son consideradas como tóxicas".[31]

---

en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/analisis.html. Modificado por última vez el 19 de diciembre de 2008.

28 En estudios realizados en Europa (donde se protege a los ciudadanos con controles sanitarios estrictos) se han encontrado residuos de pesticidas en frutas y verduras frescas y en productos para infantes, y trazas de pesticidas que han sido cancelados, como los organoclorados, en carne, huevo y leche. Aunque las concentraciones encontradas son bajas, las preferencias de consumo de los diferentes alimentos afectan los niveles de acumulación de estas sustancias en el cuerpo y a lo largo del tiempo pueden mostrar las mismas anormalidades que se observan en otras especies. R. McKinlay, J. A. Plant, J. N. B. Bell y N. Voulvoulis, "Endocrine Disrupting Pesticides: Implications for Risk Assessment", *Environmental International* 34, núm. 2 (2008), pp. 168-183. DOI: 10.1016/j.envint.2007.07.013.

29 Diamond, *Guns*, *Germs and Steel*, 99; Pollan, *Omnivore's Dilemma*.

30 John D. Graham, "Historical Perspective on Risk Assessment in the Federal Government", *Toxicology* 102 (1995), p. 31. DOI: 10.1016/0300-483X(95)03035-E.

31 *Ibid*.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 341 11/10/16 3:33 PM

La preocupación por los efectos en la salud ante el aumento de las enfermedades ocupacionales, como el cáncer y las alergias producidas por exposición a químicos, se manifestó a partir de la Revolución Industrial y las demandas de protección de los trabajadores. Esa situación llevó a algunos gobiernos, como el de EUA, a poner más atención y a establecer regulaciones para medir los daños por la exposición prolongada de los trabajadores a sustancias peligrosas.[32] En 1929 el gobierno de EUA emitió la primera regulación sobre la definición de la dosis límite para la exposición a los rayos X.[33]

La presión social para el establecimiento de regulaciones o para la definición de niveles de seguridad aceptables ha sido resultado de casos como el de las "Chicas del radio (*Radium girls*)", empleadas de alrededor de 20 años de edad, encargadas de fabricar relojes fluorescentes usados por soldados en la Primera Guerra Mundial, actividad en la que usaban pintura con radio, limpiaban y afinaban las puntas de los pinceles con sus propios labios. Aunque la mayoría de ellas había muerto de cáncer, las demandas de las sobrevivientes ayudaron para que se realizaran estudios sobre los efectos de esta actividad, y lograron que, después de la década de los cuarenta, se establecieran dosis máximas de exposición a sustancias peligrosas.[34]

De esta forma, en 1956 el Congreso de EUA estipuló como obligatorio el establecimiento de métodos y factores que ayudaran a señalar las dosis máximas de exposición a químicos permitidas, en favor de los trabajadores, así como para determinar las dosis de los medicamentos y la adición de colorantes sintéticos a los alimentos. Los índices de las dosis máximas permitidas han sido adoptados para evaluar otro tipo de riesgos, como el uso de los agroquímicos y de manera comparativa, el consumo de los cultivos genéticamente modificados, como se detalla más adelante.

En el caso de los productos agrícolas, su calidad varía al ser producidos en diferentes regiones del mundo, evidente tras la intensificación del comercio inter-

[32] Rob P. Rechard, "Historical Relationship between Performance Assessment for Radioactive Waste Disposal and other Types of Risk Assessment", *Risk Analysis* 19, núm. 5 (1999), pp. 767-768. DOI: 10.1111/j.1539-6924.1999.tb00446.x.
[33] Rechard, "Historical Relationship", p. 770.
[34] *Ibid*.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 342 11/10/16 3:33 PM

nacional después de la Segunda Guerra Mundial, por lo que en 1945 se integró la Fundación de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). La FAO y la Organización Mundial de la Salud (OMS), fundada en 1948, establecieron una comisión mixta en 1950 para analizar los posibles conflictos generados por el comercio internacional de alimentos. Desde entonces se han integrado otros organismos regionales e internacionales para establecer normatividades que aseguren la inocuidad de los productos comercializados internacionalmente, como frutas y hortalizas, productos lácteos, entre otros. En 1963 se creó el Programa Conjunto FAO/OMS sobre Normas Alimentarias, con la Comisión del *Codex Alimentarius* como su órgano principal.[35]

A partir de la conferencia "Normas alimentarias, residuos químicos en los alimentos y comercio de alimentos", organizada por la FAO y la OMS en 1991, se formularon recomendaciones como la de estructurar "normas, códigos de práctica o directrices relativas a la protección de la salud humana", en los que se debían hacer explícitos los métodos para evaluar el riesgo que el consumo de algunos alimentos representa para la salud,36 referido como evaluación de la inocuidad de los alimentos.

El concepto de historia de uso seguro de los alimentos empezó a instituirse desde principios de los noventa, aunque raras veces se define en las legislaciones, como es el caso de las *Canadian Guidelines on Novel Foods*: "El consumo continuo que ha sido significativamente seguro" durante varias generaciones y en diversas poblaciones, y para los que existen datos de que no producen alergia o que sean tóxicos. Lo anterior lleva a pensar que la información histórica no es suficiente "para dar certeza de que algún alimento no produce daño a la salud humana". En 2005, Knudsen y colaboradores usaron el término para referirse a la inocuidad de los alimentos que tradicionalmente se han consumido en diferentes países, a través de un proceso de prueba y error de los productos disponibles y que se han aprendido a preparar para reducir los efectos potencialmente

[35] Codex Alimentarius, "Cronología del Codex desde 1945 hasta ahora". Modificado por última vez el 8 de septiembre de 2015.
[36] *Ibid*.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 343 11/10/16 3:33 PM

negativos y para que el riesgo del consumo de dichos productos sea considerado "aceptable"; aunque no todos los individuos responden de la misma manera a los alimentos (pues algunos pueden tener una menor tolerancia a algún componente, y en vez de reportar el daño dejan de consumir dicho alimento).37 Muy pocos de los alimentos que se consumen "en la actualidad han sido sometidos sistemáticamente a un proceso de evaluación toxicológica" y precisamente por la falta de reportes de daño, son reconocidos como "seguros".38 Esta forma de definir la historia de seguridad se toma como referencia para la comparación en la evaluación de la inocuidad de los cultivos genéticamente modificados, lo que puede afectar la identificación de los riesgos de los cultivos.

Las agencias reguladoras de varios países han adoptado las directrices de la Comisión del *Codex Alimentarius* para analizar los cultivos GM que serán importados o cultivados por vez primera en algún país. Inicialmente se realiza un análisis composicional del contenido de proteínas, carbohidratos, etc., en comparación con los productos convencionales. Si hay similitud del contenido porcentual de los principales compuestos, se asume que hay una *equivalencia sustancial*, lo que supone un punto de partida para la evaluación de la inocuidad de los nuevos cultivos. Este tipo de análisis sólo se hace para los cultivos GM y no para especies modificadas con técnicas de cruzamiento tradicional ni por mutagénesis (con radiación o con sustancias químicas).

En caso de que se encuentren nuevas proteínas a causa de la modificación genética, se debe examinar que no estén reportadas como alérgenos o toxinas. Esto es, cuando las proteínas tengan una estructura y función diferente a las proteínas conocidas como de uso seguro, cuando no estén bien caracterizadas bioquímicamente o cuando se tenga una exposición potencial riesgosa (porque no degradan en la elaboración de alimentos o no se digieren), será necesario realizar estudios

37 Anne D. Constable, *et al*., "History of Safe Use as Applied to the Safety Assessment of Novel Foods and Foods Derived from Genetically Modified Organisms", *Food and Chemical Toxicology* 45 (2007), pp. 2513-2515. DOI:10.1016/j.fct.2007.05.028.

38 Codex Alimentarius, "Directrices para la realización de la evaluación de la inocuidad de los alimentos obtenidos de plantas de ADN recombinante (CAC/GL 45-2003)", modificado por última vez el 8 de septiembre de 2015.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 344 11/10/16 3:33 PM

en animales de laboratorio.[39] Cabe señalar que no existen publicaciones sobre los resultados de los estudios de inocuidad de los cultivos genéticamente modificados producidos.[40]

Otros niveles máximos establecidos para determinar la inocuidad de un alimento son los empleados para determinar la presencia de microorganismos, residuos de pesticidas, micotoxinas, etcétera. Estos límites permisibles se evalúan de acuerdo con las directrices del *Codex Alimentarius* y las regulaciones fitosanitarias de cada país, siendo más estrictas en los países desarrollados, donde se niegan a importar alimentos contaminados.

Antes del cultivo y la comercialización, los CGM se evaluaron en estudios de campo en 45 países, entre 1986 y 1997 se realizaron aproximadamente 25 000 pruebas de campo para probar más de 60 cultivos con 10 modificaciones. De estas pruebas, 60% se realizó de 1986 a 1996, y el resto en 1997. El 72% de dichas pruebas fue en Estados Unidos y en Canadá, seguidos en número por pruebas realizadas en países europeos, con Francia a la cabeza (actualmente, uno de los principales países en contra de los cultivos GM, pero también uno de los principales exportadores de agroproductos); cabe mencionar que los resultados de dichas pruebas no fueron publicados. En 1996 se aprobó la siembra de 2.8 millones de hectáreas en seis países (EUA, China, Canadá, Argentina, Australia y México, país, este último, que sólo "experimenta").[41] A

[39] Bruce Hammond *et al*., "Toxicological Evaluation of Proteins Introduced into Food Crops", *Critical Reviews in Toxicology* 43, sup. 2 (2013), pp. 26-38. DOI:10.3109/10408444.2013.842956.

[40] El banco de datos más detallado publicado, por cultivo modificado, se puede consultar en Center for Environmental Risk Assessment, "Global GM Crop Database Regulatory Approvals Cera Agbios". Disponible en cera-gmc.org/GMCropDatabase.

[41] A pesar de que la Norma Oficial Mexicana (NOM-FITO-056-1995) establecía que los permisos que, con base en ella, otorgara el gobierno mexicano eran sólo de carácter experimental, en 1996 se autorizó una liberación de 10 000 ha de algodón. Véase Elena Arriaga Arellano, "Hacia una propuesta para la evaluación del riesgo sistémico: el caso de la liberación ambiental de las plantas transgénicas", tesis de doctorado, UNAM, 2012, p. 34. Hasta la fecha no se han definido las escalas para las liberaciones experimentales piloto ni para las comerciales; con excepción de la disputa sobre la liberación del maíz, único cultivo para el que se estableció que las primeras liberaciones debían ser de menos de una hectárea. En ningún lugar en el mundo se definen las escalas experimentales ni las comerciales.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 345 11/10/16 3:33 PM

finales de 1997 se aprobaron 48 cultivos genéticamente modificados para su producción comercial, 12 de ellos en EUA.[42]

Con base en la información proporcionada por las empresas desarrolladoras de OGM, se integraron bases de datos sobre los cultivos que sirvieron como referencia para determinar los elementos necesarios para la evaluación de la inocuidad de los alimentos y la del riesgo ambiental (ERA).

Por primera vez en la historia de la agricultura se estableció la obligación de evaluar el riesgo ambiental de la siembra de nuevos cultivos, aunque las guías no se hayan definido ni sean obligatorias, por estar fuera de las leyes o normas. Entre los riesgos a evaluar se encuentran la transferencia genética a la resistencia a herbicidas, pesticidas y/o antibióticos; el aumento de la generación de especies invasoras;[43] la afectación de especies no objetivo y la pérdida de la biodiversidad. Además, los productos de las liberaciones experimentales deben ser sometidos a pruebas de inocuidad según lo señalado, ya sea en las Guías del *Codex Alimentarius*, en el Protocolo de Cartagena o en las regulaciones nacionales.

El Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica (Protocolo de Cartagena), que entró en vigor a partir

[42] Clive James, *Global Status of Transgenic Crops in 1997,* Ithaca, The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, 1997, p. 7. Disponible en https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/05/download/isaaa-brief-05-1997.pdf.

[43] Las especies exóticas invasoras (*alien invasive species*) son la mayor causa de pérdida de diversidad, ya que pueden eliminar por competencia a las especies nativas, propagar patógenos y modificar el funcionamiento de los ecosistemas y los sistemas abióticos del ambiente. Véase Francesco Ficetola Gentile, Wilfried Thuiller y Emilio Padoa-Schioppa, "From Introduction to the Establishment of Alien Species: Bioclimatic Differences Between Presence and Reproduction Localities in the Slider Turtle", *Density and Distribution* 15 (2009), p. 108. DOI: 10.1111/j.1472-4642.2008.00516.x. Se han generado listados de las especies invasivas en los diferentes países, como uno de los criterios para aprobar o no un CGM. La producción de granos básicos en sistemas intensivos también ha disminuido la diversidad: en Estados Unidos ha desaparecido 95% de las coles, 91% del maíz, 94% de los chícharos y 81% de las variedades de tomate; China pasó de 10 000 variedades de trigo en uso en 1949, a sólo 1 000 en 1970. Véase Jack A. Heinemann *et al*., "Sustainability and Innovation in Staple Crop Production in the US Midwest," *International Journal of Agricultural Sustainability* 12, núm. 1 (2013), pp. 71-72. DOI:10.1080/14735903.2013.806408.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 346 11/10/16 3:33 PM

de 2003,[44] establece en su artículo 23 que las partes podrán incluir consideraciones socioeconómicas; pero éstas no han sido cuantificadas como un riesgo significativo, por lo que a pesar de ser uno de los temas de discusión en las reuniones de los representantes de cada país, se ha llegado al acuerdo de que dicha afectación será determinada localmente.[45]

Aunque se ha señalado que aproximadamente la mitad de los productores sólo cultivan lo suficiente para alimentar a su familia, esto representa 20% de los alimentos del planeta,[46] lo que plantea una disyuntiva y otro riesgo, pues la mayor parte de la producción para la alimentación mundial proviene del monocultivo intensivo, hecho que reduce, cada vez más, las posibilidades de empleo para los campesinos.

Tanto las directrices del *Codex Alimentarius*, como el Protocolo de Cartagena establecen que la evaluación de la inocuidad y los procedimientos para la evaluación del riesgo ambiental, deben tener una base científica; sin embargo, no hay procedimientos claramente establecidos,[47] sino que los análisis están referidos a concentraciones límite y no hay procedimientos detallados aceptados y reconocidos por sus pares, además de que sólo se aplica el proceso para evaluar la siembra de los cultivos genéticamente modificados, sin considerar los efectos del comercio de productos para el consumo humano o animal.[48] Sólo algunos países

[44] No ratificado por EUA ni por Argentina, que son algunos de los mayores productores de cultivos genéticamente modificados.

[45] *Protocolo de Nagoya-Kuala Lumpur sobre responsabilidad y compensación suplementario al protocolo de Cartagena sobre seguridad de la biotecnología* (Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica-ONU, 2011), pp. 1-10. Disponible en http://www.wipo.int/wipolex/es/treaties/text.jsp?file_id=221331.

[46] Heinemann *et al*., "Sustainability and Innovation", pp. 71-88.

[47] Las guías de la European Food Safety Authority (EFSA) son las más completas en cuanto a los aspectos considerar para la determinación de riesgo ambiental, pero aún no cuentan con metodologías precisas, reconocidas por sus pares. Véase el panel sobre organismos genéticamente modificados de la autoridad europea para la seguridad de los alimentos. "Guidance on the Environmental Risk Assessment of Genetically Modified Plants", EFSA *Journal* 8, núm. 11 (2010), pp. 1879. Disponible en http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/1879.htm#.

[48] Ryan Hill y Cyrie Sendashonga, "General Principles for Risk Assessment of Living Modified Organisms: Lessons from Chemical Risk Assessment", *Environmental Biosafety Research* núm. 2 (2003), p. 81-88. DOI: 10.1080/21645698.2015.1067365; Jeffrey D. Wolt *et al*., "Problem Formulation in the Environmental Risk Assessment for Genetically

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 347 11/10/16 3:33 PM

europeos compran productos en pasta o tienen normas de etiquetado, entre otras medidas de bioseguridad. Pese a ello, cada año aumenta el área sembrada con unos cuantos cultivos genéticamente modificados, especialmente en países en desarrollo. Estados Unidos, que es el mayor productor y exportador de productos agrícolas, también lo es en la producción de CGM y por lo tanto los ha llevado a todo el mundo.

Esta situación pone de manifiesto no sólo las limitaciones de los métodos para la evaluación del riesgo, sino también la falta de responsabilidad y precaución sobre el impacto ambiental de la actividad humana.

POLÍTICAS Y ÉTICA DE LAS CONNOTACIONES DE LOS RIESGOS

Los riesgos en la innovación tecnológica han tratado de disminuirse a través de la intervención gubernamental, mediante el establecimiento de regulaciones para definir medidas de seguridad en el uso de las nuevas tecnologías, el establecimiento de seguros en caso de daño, la evaluación de los riesgos de uso, entre otras. Pero a partir de la Revolución Industrial, la participación del gobierno en el control de los riesgos empezó a tener un papel más importante y a enfrentarse a la disyuntiva de aprobar o proteger. Por un lado, la necesidad de promover el desarrollo tecnológico (que generaba impuestos, empleos, productos, etc.) y por el otro, la evidencia de que muchos procesos industriales mostraron tener efectos adversos sobre los trabajadores y consumidores. Los riesgos laborales por la exposición a sustancias radiactivas, primero, y luego químicas, contribuyeron a la demanda de regulaciones para determinar los riesgos, así como el consumo de aditivos químicos o fármacos.

Modified Plants", *Transgenic Research* 19, núm. 3 (2009), pp. 425-436. DOI: 10.1007/s11248-009-9321-9; Elsevier Press Releases. "Food and Chemical Toxicology Editor-in-Chief Publishes Response to Letters to the Editors", modificado por última vez el 10 de diciembre de 2013. Disponible en http://www.elsevier.com/about/press-releases/research-and-journals/food-and-chemical-toxicology-editor-in-chief,-a.-wallace-hayes,-publishes-response-to-letters-to-the-editors#sthash.gQ8wIwdB.bH1ozkGn.dpuf.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 348 11/10/16 3:33 PM

Sin embargo, la relación industria-gobierno se ha visto más influenciada por los beneficios económicos que por los riesgos. Funtowicz y Ravetz señalan que después de la Segunda Guerra Mundial, con la "industrialización de la ciencia" o con el surgimiento de la tecnociencia, se dio origen al crecimiento en escala y en intensidad del capital, así como al establecimiento de la conexión entre la tecnociencia y la política.[49] A su vez, Javier Echeverría señala que una de las características de las tecnociencias es la vinculación entre las empresas y los gobiernos de los países desarrollados, a través de la colaboración para financiar y promover el desarrollo de sus proyectos particulares, investigaciones enmarcadas en programas de ciencia y tecnología.[50]

Pero con la aplicación y uso intensivo de los productos tecnológicos, el concepto de *riesgo cuantificable* se ha enfrentado a la dificultad de la emergencia de nuevos peligros, que hacen que el riesgo tenga que verse a través de un proceso iterativo, porque a pesar del avance en el conocimiento, hay gran dificultad para asociar las causas con los daños o con sus consecuencias; porque las fuentes del riesgo no actúan en forma aislada; porque los efectos no deseados pueden producirse en el mediano o largo plazo o porque están asociados a un alto volumen de uso. Lo anterior hace que las amenazas se vuelvan invisibles y que su manifestación ocurra después de periodos de tiempo indeterminados, por lo que cada vez es más difícil construir cadenas de causalidad, lo que a su vez lleva a ser conscientes de que al tomar algunas decisiones se asume un cierto nivel de ignorancia, pues no es posible determinar cuantitativamente los riesgos, llevando así al concepto de *riesgos indeterminados*. Adicionalmente, el cambio en la percepción social de la inseguridad afecta también la forma de evaluación y aceptación de los riesgos. En estos términos, el riesgo se convierte en un concepto útil para tratar de controlarlo o de acudir a estrategias de

[49] Silvio O. Funtowicz y Jerome R. Ravetz, "A New Scientific Methodology for Global Environmental Issues", en *Ecological Economics*: *The Science and Management of Sustainability*, Nueva York, Columbia University Press, 1991, p. 138.

[50] Javier Echeverría, *La revolución tecnocientífica*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 2003, p. 260.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 349 11/10/16 3:33 PM

seguridad para intentar disminuir la probabilidad e intensidad del daño y de sus consecuencias.[51]

De acuerdo con la teoría cultural del riesgo, propuesta por Douglas y Wildawsky, el riesgo es un "constructo social",[52] definido por las sociedades para reducir la complejidad de los peligros potenciales a los que se enfrentan.[53] El problema es que hay una simplificación de los riesgos y la responsabilidad se diluye, se evade o desaparece, tanto en la generación como en el consumo de productos tecnológicos.

Desde el punto de vista de la ética, la responsabilidad es un principio individual y colectivo, de aplicación continua en el tiempo: en el pasado (*postfacto*), lo cual implica que en caso de daño, debe haber una reparación que se concreta mediante la realización de los deberes de restauración, remediación y/o compensación, y que al hacer daño a otros, la responsabilidad está ligada con la aplicación de la justicia retributiva; en el presente y el futuro "se concreta en los deberes de protección, prevención y previsión, y se encadena dimensionalmente con el principio de precaución".[54] Tiene además una dimensión ambiental y otra de orden social, que obliga al cuidado de los grupos más vulnerables.

La atribución de responsabilidad a los productores y comerciantes de artefactos se complica por la forma en que se toman las decisiones para su producción, pues al ser bienes de consumo hay una corresponsabilidad en la producción de los riesgos.[55] Esto a su vez interfiere con el principio de "justicia",

[51] Steve Carr y Andoni Ibarra, "Las construcciones del riesgo", en José Luis Luján y Javier Echeverría (eds.), *Gobernar los riesgos. Ciencia y valores en la sociedad del riesgo*, España, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2004, pp. 51-72.

[52] Kristin Shrader-Frechette, *Risk and Rationality*, Berkeley, University of California Press, 1991.

[53] Ortwin Renn, "Concepts of Risk: An Interdisciplinary Review. Part 2: Integrative Approaches", *Gaia* 17, núm. 2 (2008), pp. 196-204.

[54] Jorge Enrique Linares, *Ética y mundo tecnológico*, México, UNAM/Fondo de Cultura Económica, 2008, pp. 445-446.

[55] Iris Marrion Young, "Responsibility and Global Justice: a Social Connection Model", *Social Philosophy and Policy Foundation* 23 (2006), pp. 102-130. DOI: http://dx.doi.org/10.1017/S0265052506060043.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 350 11/10/16 3:33 PM

porque los consumidores, sin haber participado en la toma de decisiones, tienen que compartir la responsabilidad del consumo y del daño ambiental al usar los productos. La acción tecnológica se vuelve colectiva y es acumulativa, porque al tener efectos negativos o causar daños, *no es éticamente neutra*. Esto genera la obligación de responder a las consecuencias negativas de los actos como usuarios o consumidores en el presente y en el futuro.[56] Sin embargo, al ser los individuos desprovistos del derecho a decidir sobre la adopción de alguna tecnología, por la falta de procesos transparentes, participativos y democráticos, no se les puede atribuir responsabilidad a los consumidores en la generación de algún daño, a pesar de existir una corresponsabilidad.[57] No obstante, estos hechos limitan simultáneamente los derechos de los ciudadanos y la posibilidad de exigir a sus gobernantes que se les atribuya responsabilidad a los productores o comerciantes, y se reparen los daños. Asimismo, el hecho de que los riesgos a la salud estén determinados en función sólo de cantidades límite, reduce la posibilidad de construir una ruta de exposición o ruta del daño.

La atribución de responsabilidad, a través del establecimiento de castigos, para el generador del daño (productor-distribuidor) hace que la determinación de los mecanismos para reparar el daño no se haya afrontado, pues ha sido más importante fomentar el desarrollo de nuevas tecnologías. Las decisiones para la aprobación del uso de nuevos productos tecnológicos se han basado en la determinación de riesgos, pero dicha determinación es ambigua y poco transparente, ya que sólo los desarrolladores tienen la información y por tanto la carga de la prueba. Esto genera casos en los que algún miembro de la sociedad (incluyendo a los investigadores), al no contar con información suficiente, no puede probar los daños potenciales de algún producto ni se tiene la posibilidad de identificar a los responsables de estos daños.

Otro asunto es que la responsabilidad está limitada también por la insuficiencia del pago del daño a través de los seguros, y que los daños ecológicos,

[56] Hans Jonas, *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*, Barcelona, Herder, 2004.
[57] Young, "Responsibility and Global Justice".

además de ser difícilmente cuantificables, tardan años en hacerse visibles, por lo que el avance de la huella ecológica sigue afectando al mundo y merma la salud de los habitantes; esto quiere decir que el costo del daño ecológico no se puede limitar al espacio de siembra, sino que es como la economía actual: global. Además, la forma en la que se determina el precio de la vida, no sólo la humana, resulta cuestionable.

En la actualidad, con la concentración de la oferta de alimentos y con sociedades dependientes de la producción intensiva, es más difícil evaluar los riesgos (ambientales, económicos, sociales) y sobre todo definir esquemas de solución o al menos alguna alternativa; asimismo, aumenta el descontento social porque hay una sensación de imposición de los riesgos.[58]

La base científica para la evaluación del riesgo no se ha definido ni reconocido adecuadamente y se ha aplicado de manera deficiente, pues además de que no se han generado guías, los estudios publicados por las empresas y por investigadores contra los cultivos genéticamente modificados presentan considerables anomalías y tampoco se han analizado los efectos acumulados a largo plazo. Por todo esto, no se cumple con el principio sobre el cual se pueda confiar en que efectivamente se estén estudiando o considerando los posibles efectos adversos, lo que genera desconfianza y una gran discusión en torno a un tipo de insumos de un proceso de fabricación mucho más complejo, que es el de la producción agrícola industrial y el del comercio global de especies agrícolas.

El mayor riesgo, no sólo para el ser humano sino para la biodiversidad del planeta y el hecho de que sea el hombre la especie más racional y evolucionada, finca la responsabilidad de cuidar y preservar el ambiente del que es parte nuestro genoma, pues como Church y Regis han señalado:

> [E]l genoma es un ser –cuya existencia a través del tiempo es profunda y compleja como un artefacto natural, y la vasta abundancia y variedad de sus manifesta-

[58] Kristin Shrader-Frechette, *Risk and Rationality*, Berkeley, University of California Press, 1991, pp. 102-103; Maria Paola Ferretti, "Risk and Distributive Justice: The Case of Regulating New Technologies", *Science and Engineering Ethics* 16 (2010), 510.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 352 11/10/16 3:33 PM

> ciones– es la historia. Él es antiguo y moderno, tan viejo como nuestro ancestro más antiguo y tan fresco como un bebé recién nacido. Él ha cubierto nuestro planeta con sus descendientes, ahora por más de un millón de billones de veces mil millones de copias (10^{27}).[59]

Son muchas las formas en las que el ser humano ha contribuido al cambio de su genoma, como la alteración del medio por la agricultura y en particular por el monocultivo y traslado de agroproductos; por el uso y desecho de sustancias químicas y petróleo; por la construcción de ciudades, y por sus hábitos alimenticios.

Se han descuidado los efectos adversos sobre el ambiente porque en el origen de las civilizaciones, los seres humanos lo observaron y como observadores, dejaron de ser parte de él. La pérdida de la visión integral del ser humano como parte de la naturaleza y la conciencia de una evolución del ser humano-naturaleza se ha atribuido a Galileo, quien con el desarrollo y aplicación de las teorías matemáticas para la explicación de los fenómenos naturales, inició el cambio de la visión de los seres humanos y en el proceso de "matematización" se planteó una "nueva realidad basada en la abstracción".[60] Esta forma de conocimiento surgió primero como una necesidad para poder medir y cuantificar los fenómenos naturales para prevenir los posibles efectos negativos y luego, para tratar de controlar la naturaleza.

Pero los daños a la naturaleza no se pueden cuantificar en forma lineal y directa por todo lo aquí expuesto y ante un "mundo lleno",[61] es fundamental que haya prevención de los daños, autolimitación y responsabilidad sobre las acciones tecnológicas.

[59] Church y Regis, *Regenesis*, p. 20.

[60] Keekok Lee, *Philosophy and Revolutions in Genetics. Deep Science and Deep Technology*, Londres, Palgrave Macmillan, 2003, p. 47.

[61] Jorge Riechmann ha usado el término de mundo lleno para referirse a que en términos ecológicos estamos en un medio ambiente saturado, pues no hay lugares totalmente vírgenes en el planeta, la contaminación del aire, agua y/o suelo está presente en todo el planeta. Jorge Riechmann, *Biomímesis*: *Ensayos sobre imitación de la naturaleza*, *ecosocialismo y autocontención*, Madrid, Catarata 2006, p. 40.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 353 11/10/16 3:33 PM

CONCLUSIONES

Hemos modificado los cuerpos de otros seres e incluso los nuestros "como bioartefactos en una nueva era geológica: el Antropoceno. El arte, la política y la tecnología ya dan muestras de esta transformación y de lo problemático de esta nueva situación. ¿Pueden nuestros cuerpos considerarse epistémica, ontológica y estéticamente como artificios aislados en un mundo complejo e interconectado?"[62]

La producción agrícola entraña peligros potenciales tanto para los trabajadores, como para los consumidores y para el ambiente. Estos riesgos se están poniendo cada vez más en evidencia como consecuencia del debate sobre la liberación de los cultivos genéticamente modificados que, dicho sea de paso, son los alimentos que más estrictamente se han sometido a procesos de evaluación de riesgo; aunque hay serias dudas de las bases científicas de su evaluación en la práctica, o se considera que las pruebas realizadas no son suficientes para asegurar su inocuidad.[63] Lo anterior aplica a todos los alimentos y en general a la forma en la que la humanidad se alimenta con dietas desbalanceadas, con alto contenido de carbohidratos, grasas y proteínas; al consumo de un reducido número de productos con horarios irregulares y reducidos, etcétera.

Es evidente que los riesgos de la producción industrial y el comercio global abarcan a todos los alimentos, como ha sucedido con incidentes como la enfermedad de las "vacas locas", la presencia de acrilamida en las papas fritas en Suecia en 2002, la adulteración de leche para infantes con melanina en 2008, así como la recurrencia de contaminación de alimentos con sustancias químicas o con microorganismos.[64]

[62] Ignacio Ayestarán, "Biopolítica, bioartefactos y bioarte en un mundo finito" (conferencia), Centro de Ciencias Genómicas-UNAM, Cuernavaca, Morelos, noviembre de 2013.
[63] Magaña-Gómez y Calderón de la Barca, "Risk Assessment", p. 2.
[64] F. J. van de Brug *et al.*, "Early Signals for Emerging Food Safety Risks: From Past Cases to Future Identification", *Food Control* 39 (2013), pp. 75-76. DOI: 10.1016/j.foodcont.2013.10.038.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 354 11/10/16 3:33 PM

En contra de lo establecido en los principios del *Codex Alimentarius*,[65] no hay información estadística reconocida por expertos y pares en cuanto a la inocuidad de los alimentos, no hay datos publicados sobre la vigilancia de los efectos ambientales de la producción agrícola industrial, de sus efectos en el ambiente, no hay evidencia de la generación y aplicación de los métodos analíticos apropiados, no hay comunicación transparente sobre la evaluación de la inocuidad, no hay procesos de consulta interactivos (más bien se promueve el debate y la discrepancia entre científicos) y lejos de que las dudas razonables promuevan la integración de equipos multidisciplinarios que analicen el problema en la práctica con métodos reconocidos por pares, se llevan a cabo procesos de descalificación de cada parte, contribuyendo a la apatía e indiferencia del consumidor, y por último, al menos en este listado, se hallan las reglamentaciones poco transparentes, el rechazo y la descalificación de las autoridades relacionadas con el otorgamiento de permisos para liberar y autorizar el consumo de los nuevos productos.

Otro riesgo de la intensificación y no sólo de la agricultura es el desplazamiento de la mano de obra, un elemento a considerar para la toma de decisiones antes de la aprobación de cualquier tecnología o proceso productivo, y no sólo de las nuevas tecnologías. Si una mayor equidad entre la humanidad permitiera que los recursos económicos, concentrados en unas cuantas manos, fueran utilizados para generar mejores condiciones de vida, se podrían tener sistemas más sustentables en comunidades de productores locales que cuenten con servicios sanitarios, escuelas y una mejor calidad de vida.

Es posible que con la biotecnología y con la biología sintética se puedan sustituir procesos agrícolas para la producción de moléculas que naturalmente se producen en millones de hectáreas, empleando a un gran número de personas y que al ser generados en sistemas cerrados de producción en mayor concentración, van a provocar cambios sociales; entonces, si los riesgos de dicha

[65] Codex Alimentarius, "Principios para el análisis de riesgos de alimentos obtenidos por medios biotecnológicos modernos (cac/GL 44-2003)". Disponible en http://www.codexalimentarius.org/normas-oficiales/lista-de-las-normas/es/. Modificado por última vez el 8 de septiembre de 2015.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 355 11/10/16 3:33 PM

acción serán a la larga la pérdida de empleos, el aumento de pobreza, etc., deberían incluirse dentro de los procesos de evaluación los efectos sociales a largo plazo, para considerar si permitir o no la implementación de dicha innovación tecnológica o al menos incluir la solución de los posibles problemas que se generarían por el desplazamiento de la mano de obra.

Conforme aumenta la población mundial en un mundo finito, hay una disminución en la disponibilidad de bienes y cada vez es más difícil alcanzar el mayor bien para todos, planteado según la teoría del utilitarismo, por varias razones: la definición de *bien* es diferente para cada individuo; no se pueden maximizar dos variables al mismo tiempo y todos los seres requieren energía, tanto de mantenimiento como para realizar trabajo y aunque pudieran tenerse fuentes de energía alternas, la contaminación sería la limitante del crecimiento. En la producción de bienes, cada quien quiere maximizar sus beneficios sin considerar los costos de la contaminación (que a la larga afecta a todos), por lo que se genera una "tragedia de los comunes".[66] Hardin ha señalado que "legislar estableciendo prohibiciones es fácil" pero hacer que se cumplan dichas leyes es difícil, por lo cual queda abierta la cuestión: ¿cómo se puede legislar la moderación? A mi juicio dicha cuestión se extiende para otros principios, como el de la transparencia y el de la cooperación.[67] Las respuestas a estos cuestionamientos no son nada fáciles, pues los principios y valores éticos únicamente pueden ser inculcados a través de la educación y sólo se pueden mantener si cada individuo se autolimita y actúa de forma congruente y consistente, por y para nuestro bien común: la Tierra.

[66] Esta "tragedia de los comunes" se da en el hecho de que cada ganadero lleva a sus animales a pastar a un terreno de la comunidad, pero como seres racionales, cada ganadero quiere maximizar su ganancia y se cuestiona sobre la utilidad de adicionar un animal más, lo que le brinda la utilidad de uno más, pero también genera una pérdida debido al sobrepastoreo del área común. Esta pérdida, al ser compartida con otros ganaderos, será menor a uno, pero al adicionar cada quien un animal más y otro y otro, se afecta a todos por estar en un mundo finito, por lo que los individuos no pueden aspirar a tener ganancias infinitas. "En esto está la tragedia de cada hombre", pues la Tierra es "un sistema cerrado" que "limita el crecimiento sin límite, en un mundo finito" y la ruina es el destino final, cuando todos los hombres buscan su beneficio individual en una sociedad que cree en la libertad de los comunes. Garrett Hardin, "The Tragedy of the Commons", *Science* 162, núm. 3859 (1968), pp. 1243-1248.

[67] *Ibid*., pp. 1243-1246.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 356 11/10/16 3:33 PM

BIBLIOGRAFÍA

Aerni, Philipp, "Agricultural Biotechnology and its Contribution to the Global Knowledge Economy", *Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology* 107 (2007), pp. 69-96. DOI:10.1007/10_2007_058.

Agamben, Giorgio, *Homo sacer. El poder soberano y la nuda vida*, Valencia, Pre-Textos, 1998.

Arriaga Arellano, Elena, *Hacia una propuesta para la evaluación del riesgo sistémico: el caso de la liberación ambiental de las plantas transgénicas*, tesis de doctorado, UNAM, 2012. Disponible en http://132.248.9.195/ptd2013/Presenciales/0700889/Index.html.

———, y Jorge Enrique Linares Salgado, "La evaluación del riesgo de las plantas transgénicas: de la regulación a la bioética", *Revista de Bioética y Derecho*, núm. 27 (2013), pp. 38-57. Disponible en http://www.ub.edu/fildt/revista/pdf/rbyd27_art-arriaga&linares.pdf.

Ayestarán, Ignacio, "Biopolítica, bioartefactos y bioarte en un mundo finito" (conferencia), Centro de Ciencias Genómicas-UNAM, Cuernavaca, Morelos, noviembre de 2013.

Carr, Steve, y Andoni Ibarra, "Las construcciones del riesgo", en José Luis Luján y Javier Echeverría (eds.), *Gobernar los riesgos. Ciencia y valores en la sociedad del riesgo*, España, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2004, pp. 51-72.

Casida, John E., y Gary B. Quistad, "Golden Age of Insecticide Research: Past, Present, or Future?", *Annual Review of Entomology* 43 (1998), pp. 1-16.

Center for Environmental Risk Assessment, "Global GM Crop Database Regulatory Approvals Cera Agbios". Disponible en cera-gmc.org/GMCropDatabase.

Chapman, Arthur D., *Numbers of Living Species in Australia and the World*, Canberra, Gobierno de Australia-Departamento del Ambiente y del Patrimonio, 2005. Disponible en http://www.biostim.com.au/pdf/number-living-species-report.pdf.

Church, George, y Ed Regis, *Regenesis*: *How Synthetic Biology Will Reinvent Nature and Ourselves*, Nueva York, Basic Books, 2012.

Codex Alimentarius, "Directrices para la realización de la evaluación de la inocuidad de los alimentos obtenidos de plantas de ADN recombinante (CAC/GL 45-2003)". Disponible en http://www.codexalimentarius.org/normas-oficiales/lista-de-las-normas/es/. Consultado el 8 de septiembre de 2015.

———, "Principios para el análisis de riesgos de alimentos obtenidos por medios biotecnológicos modernos (CAC/GL 44-2003)". Disponible en http://www.codexalimentarius.org/normas-oficiales/lista-de-las-normas/es/. Consultado el 8 de septiembre de 2015.

———, "Cronología del Codex desde 1945 hasta ahora". Disponible en http://www.codexalimentarius.org/about-codex/codex-timeline/es/. Consultado el 8 de septiembre de 2015.

Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología-Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (COMEST-UNESCO), *Informe del Grupo de expertos sobre el principio precautorio*, París, UNESCO, 2005. Disponible en http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001395/139578s.pdf.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). "Análisis de riesgo a la biodiversidad por organismos vivos modificados (OVM)". Disponible en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/doctos/analisis.html. Consultado el 19 de diciembre de 2008.

Constable, Anne, D. Jonas, A. Cockburn, A. Davi, G. Edwards, P. Hepburn, C. Herouet-Guicheney *et al.*, "History of Safe Use as Applied to the Safety Assessment of Novel foods and Foods Derived from Genetically Modified Organisms", *Food and Chemical Toxicology* 45 (2007), pp. 2513-2525. DOI:10.1016/j.fct.2007.05.028.

Copping, Leonard G., y Julius G, Menn, "Review Biopesticides: A Review of their Action, Applications and Efficacy", *Pest Management Science* 56 (2000), pp. 651-676. DOI: 10.1002/1526-4998(200008)56:8<651::AID-PS201>3.0.CO;2-U.

Crosby, Alfred W., *El intercambio transoceánico. Consecuencias biológicas y culturales a partir de 1492*, México, UNAM, 1991.

———, *Ecological Imperialism. The Biological Expansion of Europe, 900-1900*, Cambridge, Cambridge University Press, 2004.

Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, Río de Janeiro, División de Desarrollo Sostenible del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales–Organización de las Naciones Unidas, 1992. Disponible en http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm.

Diamond, Jared, *Guns, Germs and Steel: the Fate of Human Societies*, Nueva York, W.W. Norton & Company, 1997.

Dirección General de Comunicación Social, "Persistirá la volatilidad de los precios de alimentos en el mundo", en *Boletín UNAM*, 28 de octubre 2003. Disponible en http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2013_645.html.

Echeverría, Javier, *La revolución tecnocientífica*, Madrid, Fondo de Cultura Económica, 2003.

El estado de los mercados de productos básicos agrícolas 2004, Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2005. Disponible en ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5419s/y5419s00.pdf.

Elsevier Press Releases, "Food and Chemical Toxicology Editor-in-Chief Publishes Response to Letters to the Editors". Disponible en http://www.elsevier.com/about/press-releases/research-and-journals/food-and-chemical-toxicology-editor-in-chief,-a.-wallace-hayes,-publishes-response-to-letters-to-the-editors#sthash.gQ8wIwdB.bH1ozkGn.dpuf. Consultado el 10 de diciembre de 2013.

Ferretti, Maria Paola, "Risk and Distributive Justice: The Case of Regulating New Technologies", *Science and Engineering Ethics* 16 (2010), p. 510.

Ficetola Gentile, Francesco, Wilfried Thuiller y Emilio Padoa-Schioppa, "From Introduction to the Establishment of Alien Species: Bioclimatic Differences Between Presence and Reproduction Localities in the Slider Turtle", *Density and Distribution* 15 (2009), pp. 108-116. Disponible en DOI: 10.1111/j.1472-4642.2008.00516.x.

Funtowicz, Silvio O. y Jerome R. Ravetz, "A New Scientific Methodology for Global Environmental Issues", en Robert Costanza (ed.), *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*, Nueva York, Columbia University Press, 1991, pp. 137-152.

Gassmann Aaron J., Jeffrey A. Fabrick, Mark S. Sisterson, Eugene R. Hannon, S. Patricia Stock, Yves Carriere y Bruce E. Tabashnik, "Effects of Pink Bollworm

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 359 11/10/16 3:33 PM

Resistance to Bacillus thuringiensis on Phenoloxidase Activity and Susceptibility to Entomopathogenic Nematodes", *Journal of Economic Entomology* 102, núm. 3 (2009), pp. 1224-1232. DOI:http://dx.doi.org/10.1603/029.102.0348.

Gillam, Carey, "UPDATE 1-Dow Agrees to Safeguards for New Crops, 2,4-D Weed Killer", *Reuters*. Disponible en http://www.reuters.com/article/2012/09/11/usda-dow-crops-idUSL1E8KBNKG20120911. Consultado el 11 de septiembre de 2012.

Graham, John D., "Historical Perspective on Risk Assessment in the Federal Government", *Toxicology* 102 (1995), pp. 29-52. DOI: 10.1016/0300-483X(95)03035-E.

Hammond, Bruce, John Kough, Corinne Herouet-Guicheney y Joseph M. Jez, "Toxicological Evaluation of Proteins Introduced into Food Crops", *Critical Reviews in Toxicology* 43, sup. 2 (2013), pp. 25-42. DOI:10.3109/10408444.2013.842956.

Hardin, Garrett, "The Tragedy of the Commons", *Science* 162, núm. 3859 (1968), pp. 1243-1248.

Heinemann, Jack A., Melanie Massaro, Dorien S. Coray, Sarah Zanon, Agapito Tenfen y Jiajun Dale Wen, "Sustainability and Innovation in Staple Crop Production in the US Midwest", *International Journal of Agricultural Sustainability* 12, núm. 1 (2013), pp. 71-88. DOI:10.1080/14735903.2013.806408.

Hill, Ryan, y Cyrie Sendashonga, "General Principles for Risk Assessment of Living Modified Organisms: Lessons from Chemical Risk Assessment", *Environmental Biosafety Research* 2 (2003), pp. 81-88. DOI: 10.1080/21645698.2015.1067365.

James, Clive, *Global Status of Transgenic Crops in 1997*, Ithaca, The International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications, 1997. Disponible en https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/05/download/isaaa-brief-05-1997.pdf.

———, *Report on Global Status of Biotech/GM Crops. International Service for the Acquisition of Agri-biotech Applications*, 2012. Disponible en https://www.isaaa.org/resources/publications/briefs/44/pptslides/Brief44slides.pdf.

Jonas, Hans, *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*, Barcelona, Herder, 2004.

Lee, Keekok, *The Natural and the Artefactual*: *The Implications of Deep Science and Deep Technology for Environmental Philosophy*, Lanham, Lexington Books, 1999.

———, *Philosophy and Revolutions in Genetics. Deep Science and Deep Technology*, Londres, Palgrave Macmillan, 2003.

Linares, Jorge E., *Ética y mundo tecnológico*, México, UNAM/Fondo de Cultura Económica, 2008.

Magaña-Gómez, Javier A. y Ana M. Calderón de la Barca, "Risk Assessment of Genetically Modified Crops for Nutrition and Health", *Nutrition Reviews* 67, núm. 1 (2009), pp. 1-16. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2008.00130.x.

McKinlay, R., J. A. Plant, J. N. B. Bell y N. Voulvoulis, "Endocrine Disrupting Pesticides: Implications for Risk Assessment", *Environmental International* 34, núm. 2 (2008), pp. 168-183. DOI: 10.1016/j.envint.2007.07.013.

Myhr, Anne Ingeborg, y G. Kristin Rosendal, *GMO Assessment in Norway as Compared to EU Procedures*, Trondheim, Direktoratet for naturforvaltning, 2009. Disponible en http://www.miljodirektoratet.no/old/dirnat/attachment/104/Utredning%202009-2_nett.pdf.

Panel sobre organismos genéticamente modificados de la autoridad europea para la seguridad de los alimentos, "Guidance on the Environmental Risk Assessment of Genetically Modified Plants", *EFSA Journal* 8, núm. 11 (2010), p. 1879. Disponible en http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/1879.htm#.

Perkins, John H., y Rachael Jamison, "History, Ethics and Intensification in Agriculture", en Paul B. Thompson (ed.), *The Ethics of Intensification*: *Agricultural Development and Cultural Change*, Dordrecht, Springer, 2008. pp. 59-84. Disponible en http://www.springerlink.com/content/h21489/front-matter.pdf.

Peter, Andree, "The Biopolitics of Genetically Modified Organisms in Canada", *Journal of Canadian Studies* 37, núm. 3 (2002), pp. 162-191.

Pimentel, David, David Andow, Rada Dyson-Hudson, David Gallahan, Stuart Jacobson, Molly Irish, Susan Kroop *et al.*, "Environmental and Social Costs of Pesticides: a Preliminary Assessment", *Oikos* 34 (1980), pp. 126-140. DOI: 10.2307/3544173.

Pollan, Michael, *Omnivore's Dilemma. A Natural History of Four Meals*, Nueva York, The Penguin Press, 2003.

Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica, Montreal, Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica-ONU, 2000. Disponible en http://www.cbd.int/doc/legal/cartagena-protocol-es.pdf.

Protocolo de Nagoya-Kuala Lumpur sobre Responsabilidad y Compensación Suplementario al Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología. Montreal: Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica- ONU, 2011, pp. 1-10. Disponible en http://www.wipo.int/wipolex/es/treaties/text.jsp?file_id=221331.

Rechard, Rob P., "Historical Relationship between Performance Assessment for Radioactive Waste Disposal and other Types of Risk Assessment", *Risk Analysis* 19, núm. 5 (1999), pp. 763-807. DOI: 10.1111/j.1539-6924.1999.tb00446.x.

Renn, Otwin, "Concepts of Risk: An Interdisciplinary Review. Part 2: Integrative Approaches", *Gaia* 17, núm. 2 (2008), pp. 196-204.

Riechmann, Jorge, *Biomímesis*: *ensayos sobre imitación de la naturaleza, ecosocialismo y autocontención*, Madrid, Catarata, 2006.

Shrader-Frechette, Kristin, *Risk and Rationality*, Berkeley, University of California Press, 1991.

Solleiro, José Luis, y Elena Arriaga, "Patentes en biotecnología: oportunidades, amenazas y opciones para América Latina", en *Políticas de propiedad industrial de inventos biotecnológicos y uso de germoplasma en América Latina y el Caribe*, Costa Rica, Programa Regional de Biotecnología para América Latina y el Caribe PNUD/UNESCO/ONUDI/Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA-OEA), 1991, pp. 345-380.

Van de Brug, F. J., N. B. Lucas Luijckx, H. J. Cnossen y G. F. Houben, "Early Signals for Emerging Food Safety Risks: From Past Cases to Future Identification", *Food Control* 39 (2013), pp. 75-86. DOI: 10.1016/j.foodcont.2013.10.038.

Wolt, Jeffrey D., Paul Keese, Alan Raybould, Julie W. Fitzpatrick, Moisés Burachik, Alan Gray, Stephen S. Olin, Joachim Schiemann, *et al.*, "Problem Formulation in the Environmental Risk Assessment for Genetically Modified Plants", *Transgenic Research* 19, núm. 3 (2009), pp. 425-436. DOI: 10.1007/s11248-009-9321-9.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 362 11/10/16 3:33 PM

Young, Iris Marrion, "Responsibility Global Justice: A Social Connection Model", *Social Philosophy and Policy Foundation* 23 (2006), pp. 102-130. DOI: http://dx.doi.org/10.1017/S0265052506060043.

Zimdahl, Robert L., *A History of Weed Science in the United States*, Londres-Burlington, Elsevier, 2010.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 363 11/10/16 3:33 PM

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 364 11/10/16 3:33 PM

DE LA BIOARQUITECTURA A LA BIOCIUDAD

*Giovanni Algarra Garzón**

ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA

Las necesidades de mantener un clima propicio para las actividades que se realizan al interior de las casas, aeropuertos, palacios, edificios multifuncionales, etc., ha llevado a que desde el mismo inicio de la construcción de espacios se planteen soluciones a este desafío. Se ha echado mano de materiales diversos dependiendo de los retos climáticos de las zonas donde se elabora una construcción. Así, tenemos que en zonas con estaciones muy intensas encontramos paredes gruesas con mezclas de adobes y materiales como el ladrillo y el cemento, para crear una membrana adiabática que permite un microclima al interior del espacio construido; también diversas estrategias para enfrentar el viento, la humedad o el calor; en cuanto el tema de interés de esta obra, también destacaré que la jardinería ha tenido un papel importante no sólo en la paisajística de un espacio, sino en la búsqueda de microclimas aceptables para los seres humanos. Esto nos lleva a pensar que si una casa es un artefacto para la vida humana, y si para crear las condiciones adecuadas para la vida se usan materiales biológicos vivos, además de los usados normalmente en la construcción, entonces podemos afirmar que tal pieza de tecnología es un bioartefacto, pues no logra sus fines sin el uso de seres vivos, como parte de la tecnologías de lo artificial.

El caso de los jardines sirve como antecedente de propuestas actuales mucho más complejas y que hibridan mejor lo artificial con lo vivo. El caso de las viviendas tradicionales de las islas Feroe, en donde los techos tienen jardines que crean un bloqueo térmico para mantener el interior cálido, es uno entre

* Posgrado en Filosofía de la Ciencia-UNAM.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 365 11/10/16 3:33 PM

una larga lista de viviendas que buscan la protección térmica a través del manto vegetal. Además, los jardines pueden también tener la función inversa, refrescar los espacios interiores gracias a que absorben la radiación solar. Esta segunda función revierte uno de los fenómenos climáticos de las ciudades, el efecto "isla de calor". Este fenómeno consiste en que los edificios y viviendas absorben la radiación solar y la expulsan en forma de calor. Al hacerlo en un espacio densamente construido, elevan la temperatura en al menos 4ºC. Los techos con jardines absorben la radiación solar, el CO_2 y en cambio dan oxígeno y un ambiente fresco, reduciendo así los aumentos de temperatura en la ciudad.

Para que los jardines incorporados a las paredes y los techos de los edificios y viviendas funcionen para los fines previstos, se debe reforzar los cimientos e implementar una tecnología geotextil para evitar que las raíces obstruyan los drenajes, así como poner láminas de materiales impermeables para evitar que el agua se filtre. Es decir, la construcción va transformándose a medida que la capa vegetal se va introduciendo progresivamente en el diseño. Esto lleva a que la pieza arquitectónica sea replanteada en relación con tal biomaterial. Así, la vivienda o el edificio van adquiriendo cualidades propias de artefacto híbrido, que funde la capa vegetal, las tecnologías habituales de construcción y las nuevas tecnologías para la buena incorporación del material biológico.

Los usos habituales de los jardines son:

1. La vegetación como filtro de contaminantes del aire.
2. La vegetación como sistema de refrigeración.
3. La vegetación como protección térmica.
    3.1. La vegetación como protección del viento.
    3.2. Las cubiertas y los jardines verticales como aislante térmico.
4. La vegetación como protección solar. Biosombras.
5. La vegetación como sistema de depuración.
6. La vegetación como estructura.
7. Iluminación y energía genética.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 366 11/10/16 3:33 PM

En las ciudades ya se había realizado el uso de organismos biológicos para la creación de entornos frescos, oxigenados y para efectos paisajísticos, en parques que normalmente estaban en un polígono específico de la ciudad. Sin embargo, cada vez se busca más que éstos se encuentren distribuidos homogéneamente en las aceras y espacios públicos. Esto lleva a que los jardines se constituyen en piezas de un sistema que las incorpora a la funcionalidad del mismo. De este modo, paulatinamente la ciudad también termina hibridándose en un bioartefacto.

EL BIQ (*BIO INTELLIGENT QUOTIENT*)

La tecnificación que se va desarrollando al incorporar organismos vivos al diseño de las piezas arquitectónicas va pasando de tecnologías que simplemente evitan que los fluidos y el peso de estos materiales biológicos dañen los otros materiales de la construcción, manteniendo a ambos lo más aislados posibles, a tecnologías que cada vez hibridan los diferentes materiales en un nuevo concepto constructivo. Este tipo de desarrollo tecnológico lo podemos encontrar en el BIQ presentado en el International Building Exhibition (IBE) Hamburg,[1] en tal edificación se incorporan biorreactores tanto para la captación de energía como para generar calor. La idea es que la fachada tiene paneles con microalgas que crecen con la radiación solar; el efecto tiene tres consecuencias: que la cantidad de algas crezca y tengan un papel en la absorción de la energía solar, haciendo fresco el edificio y creando una película de protección quienes habitan el espacio; asimismo, producen oxígeno y absorben el CO_2 del ambiente, además, los residuos que se precipitan de algas muertas son utilizadas para producir biocombustible para funcionamiento de las calderas y generar calor.

[1] Véase IBA Hamburg GmbH, "BIQ". Disponible en http://www.iba-hamburg.de/en/themes-projects/the-building-exhibition-within-the-building-exhibition/smart-material-houses/biq/projekt/biq.html.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 367 11/10/16 3:33 PM

El BIQ es una pieza arquitectónica que conjuga mejor los elementos biológicos para sacar el máximo provecho para los fines de la construcción. Esa hibridación lleva al edificio a incorporar los procesos biológicos de tal manera que muchas más tecnologías se enrolan para que sea posible obtener el máximo provecho. Así, el edificio va adquiriendo cualidades particulares: se va convirtiendo en un pseudo ser vivo, esto es, en un bioartefacto. Esto es de gran interés para los estudios sobre bioartefactualidad, pues si pensamos que habitualmente le damos esa categoría a seres biológicos que se explican gracias a una intervención humana para su existencia, como los procesos de selección, o la intervención de técnicas de ingeniería genética o de la biología sintética, organismos vivos a los cuales se les incorpora una pieza artificial o viceversa. El caso del BIQ es el ejemplo de una incorporación de seres vivos progresivamente, hasta que el mismo edificio comienza a tener una serie de procesos y artefactos totalmente integrados a la vida. El mismo edificio va siendo un sistema "biointeligente" desde el punto de vista arquitectónico, es decir, una suerte de bioartefacto que incorpora artículos y procesos que son totalmente novedosos en los usos constructivos y que están relacionados con el aprovechamiento de los seres vivos que se integran al diseño.

Un sistema arquitectónico biointeligente tiene la particularidad de estructurar todas las etapas de un proceso biológico para propósitos específicos a través de la incorporación de seres vivos y tecnología de punta. Esto lleva a que la construcción se convierta en un artefacto sustentable con automatización de todos los elementos que la constituyen. La automatización completa de una pieza arquitectónica se llama *domótica*, y con ella se busca la eficiencia de toda la edificación a nivel climático, energético, de gastos de agua y de manejo de la seguridad y de aparatos electrónicos. La domótica para espacios con seres vivos incorporados en un sistema biointeligente lleva la automatización a un nivel en el que la pieza adquiere características bioartefactuales, con una complejidad creciente. Si la hibridación se extiende al espacio urbano diremos que la ciudad se va coinvirtiendo también en un "espacio bioartefactual domótico". Esto nos lleva a revisar la idea misma de una ciudad como un sistema híbrido que funde lo artefactual y lo biológico y sus consecuencias políticas.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 368 11/10/16 3:33 PM

LA CIUDAD COMO UN SISTEMA ANÁLOGO AL BIOLÓGICO

Hasta ahora se ha ejemplificado el uso de material biológico para alcanzar algunas metas de piezas arquitectónicas particulares en relación con consumo de energía, climatización y reciclaje. Hasta este punto esta hibridación de lo biológico y lo artificial nos pone frente al conflicto aristotélico en cuanto a poder definir a qué clase pertenecen estos objetos.[2] El sujeto arquitectónico de los ejemplos es hasta cierto grado un bioartefacto siguiendo lo que se ha planteado en este libro. Sin embargo, lo interesante no es decir que a nivel arquitectónico se está llegando a un uso innovador de lo biológico, de tal manera que sea consustancial de la pieza, sino ver hasta qué punto lo bioartefactual tiene consecuencias en nuestra vida política y social. Para esto se debe dar un paso más: de la pieza arquitectónica bioartefactual a un urbanismo de procesos análogos a los biológicos que incorpora material biológico vivo en la consecución de sus metas. ¿Por qué a este nivel se llega a un territorio filosóficamente relevante e interesante? A nuestro juicio porque se pone en juego la concepción política de la agencia de los ciudadanos en el proyecto común de la ciudad. Un fenómeno que nos obliga a pensar en que lo bioartefactual que pueda ser una ciudad depende en gran medida de una visión de ciudad cercana a un totalitarismo ecológico o imponer un desafío enorme en los habitantes de la ciudad, para crear una ciudadanía verde o ecológica.

Para comprender los conceptos de totalitarismo arquitectónico y ciudadanía ecológica retomaremos la inquietante película de Vincenzo Natali, *Cube,*[3] donde media docena de individuos se encuentra en un pequeño cubo que está dentro de uno mucho más grande, conformado por centenares de cubos idénticos al que ellos están interconectados por puertas en cada una de las caras. No tienen agua ni comida, mucho menos instrucciones. Ni siquiera saben por qué están allí o cómo llegaron. ¿Podrán comprender cómo es ese lugar –en su totalidad– y cómo desplazarse en ese laberinto lleno de trampas? A medida

[2] Es decir, si pertenece a la naturaleza (*physis*) o a la técnica (*techné*).
[3] *Cube*, dirigida por V. Natali, 1997.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 369 11/10/16 3:33 PM

que avanza la trama, gracias a la necesidad que tienen de salir, vamos descubriendo que todos han participado de la realización de ese complejo de alguna u otra manera. Lo que pasa es que nadie sabía que el hecho de diseñar unas tapas o proteger un carro de mercancías estaba relacionado con la creación de ese extraño artefacto.

En algún momento dramático de la película, uno de los personajes dice: "No hay conspiración. Nadie está a cargo. Es un mecanismo inanimado operando bajo la apariencia de un plan maestro". A esto sigue la reflexión de que si se hizo ese cubo, "finalmente tenían que usarlo y poner personas allí, aun cuando no se entendiera bien la razón de hacer eso". A lo largo de la trama vemos a algunos de aquellos "prisioneros" interesados en comprender la lógica interna del diseño del cubo. Esto, con el fin de escabullirse de las trampas y encontrar una salida, pero con el anhelo profundo de darle sentido a ese lugar y no caer en la idea que están allí por una inercia constitutiva y ciega. Más adelante se descubren algunos números en las piezas que ensamblan cada cubo, y eso lleva a sospechar que se trata de algunos patrones que indican una trampa o la ausencia de ella. Pero un hecho inesperado, la activación de una trampa donde no debía estar este patrón, revela un diseño más intrincado.

Al internarnos en el relato descubrimos que no sólo los cubos no están en disposiciones esperadas, sino que existen cubos que se mueven. Esta excesiva complejidad frustra los intentos desesperados por salir. Hay un orden, pero excede las capacidades de quienes buscan comprenderlo.

El planteamiento general del trabajo cinematográfico de Natali se puede relacionar con aquellas explicaciones sobre la ciudad que la conciben con diseño específico, funciones precisas y un papel general en nuestras vidas privadas y públicas. Al igual que ocurre en el *Cubo* de Natali, algunos han intentado descubrir qué tipo de artefacto es la ciudad (dando por supuesto que es un artefacto o puede llegar a serlo) o a qué fines responde su diseño (claramente en un marco teleológico).

Al igual que los personajes de la cinta de Natali, abrimos los ojos y estamos en un extraño lugar, la ciudad, ya hay otros allí y cuando deseamos descubrir

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 370 11/10/16 3:33 PM

de qué se trata todo ello, aparecen las trampas… "hay altos costos de conexión", como diría Bruno Latour.[4]

La película de Natali nos deja con el sinsabor de no saber si los cubos tienen un orden o no, pues si lo tuvieran y no se encuentra se diría que es porque tienen una alta complejidad. La misma respuesta se podría dar si de hecho los cubos no tienen algún orden; la idea de "complejo" nos permite mantener encendida la velita de la esperanza en un orden. Es muy común convertir en un marco de sentido omniabarcante a esas configuraciones humanas y tecnológicas en las que todos hemos aportado algo, aunque en muchos casos ínfimo, pero que nadie ha planeado en su totalidad.

¿Puede pensarse la ciudad como el desarrollo de un plan maestro que articula cada una de sus partes en un conjunto con un papel preponderante en la vida política y cultural de sus habitantes? Al respecto, por ejemplo, la "utopía renacentista" ha prestado atención a la ciudad para convertirla en un espacio que permite la creación de sociedades ideales alrededor de un plan maestro, como en el caso de *Utopía* de Tomás Moro, el Gargantúa de Rabelais, la *Città del Sole* de Tomaso Campanella y *The New Atlantis* de Francis Bacon. La ciudad se convierte en parte de un gran plan maestro que envuelve a los individuos y afecta sus vidas. Estas obras literarias plantean un urbanismo que crea una unidad social en donde la política, la economía y la cultura se preservan en un equilibrio armónico. Tienen en común tres elementos: *1)* aislamiento respecto al resto del mundo; *2)* división entre la ciudad y el campo; *3)* simbolismo general de la arquitectura.[5] Es notable encontrar en estas ciudades imaginadas que la estructura de viviendas, calles, lugares de recreo y de participación política están articulados a un todo teleológico que les da sentido. No es posible encontrar holgazanería ni construcciones que no estén de alguna forma vinculadas a ese orden superior. Alrededor de este núcleo delicado la ciudad se cierra con muros de defensa para evitar lo "bárbaro" que siempre está rondando las proxi-

[4] Confróntese con Bruno Latour, *Reensamblar lo social*: *una introducción a la teoría del actor-red*, Buenos Aires, Ediciones Manantial, 2005.

[5] Confróntese con Didier Souiller, "Ciudades ideales: de la *Utopía* de Tomás Moro a la *Ciudad del Sol* de Campanella", *Revista de Filología Románica* VI (2008), pp. 73-87.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 371 11/10/16 3:33 PM

midades y pone en riesgo la delicada estructura interna de la cultura. Además de ello la arquitectura se plantea como una forma alegórica material que preserva "lo bueno" en diseños simétricos y estructuras que reflejan las divisiones sociales y políticas de la sociedad. Un interesante aspecto de estas ciudades es que no tienen una veneración por alguna historia propia, más bien se consideran productos intelectuales, sin tiempo, obras de la razón.

La ciudad utópica se convierte en el espacio en donde toma sentido la moral y se estructura la política, además de darse los lugares en donde se desarrolla el intelecto y las ciencias. En palabras de Hans Jonas:

> Frente a la naturaleza no se hacía uso de la ética, sino de la inteligencia y de la capacidad de invención. Pero la ciudad, el artefacto social donde los hombres se relacionan con los hombres, la inteligencia ha de ir ligada a la moralidad, pues ésta es el alma de la existencia humana. Toda la ética que nos ha sido trasmitida habita, pues, este marco infrahumano y se ajusta a las medidas de la acción condicionada por él.[6]

Uno de los intelectuales que continúa con esta visión que unifica la ciudad como un cuerpo que articula lo político, lo moral, lo tecnológico en un diseño funcional es Lewis Mumford. Este teórico multifacético planteó que desde el surgimiento de los imperios ha existido la necesidad de una organización estratificada y normada según fines políticos. Esto, según Mumford, se logró en el "albor" de los tiempos a través de obedientes esclavos y la mano dura de guardias preparados. A este sistema de control lo bautizó "la máquina imperial". Básicamente este artefacto era orgánico, pues dependía de grandes esfuerzos humanos y vinculaba aspectos míticos y políticos en un todo comprensivo y coherente.

Luego, siguiendo a Mumford, con la comprensión de las técnicas materiales se crean estrategias de gestión de las personas, aprendidas en la máquina

[6] Hans Jonas, *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*, Barcelona, Herder, 1995, p. 28.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 372 11/10/16 3:33 PM

imperial y como resultado van transformando la ecología alrededor de las poblaciones, de tal suerte que se crea un artefacto tecnosocial al que llamará "la megamáquina". Esta máquina es un cuerpo político externalizado. Es decir, la ciudad se convierte en un "artefacto técnico/socio/político" configurado por los grupos de poder, las capacidades técnicas del momento y el mobiliario urbano que se encuentra a la vista de todos.

Una clara diferencia con la ciudad orgánica es que la nueva ciudad deja de vincularse con una cosmogonía común y se relaciona con las dinámicas del consumismo.

Según Mumford, las ciudades han jugado el rol de agrupar y controlar a las personas al conformar y mantener dinámicas específicas de poder; su nuevo diseño es funcional y sus partes móviles son los seres humanos y, con mayor parsimonia, las tecnologías al darse nuevas invenciones.[7]

La visión de Mumford presupone una relación entre la ciudad y las personas en donde ella es un producto político que gesta estabilizaciones de las jerarquías de poder a través de la tecnología y el control social, convirtiendo a los individuos en piezas de relojería que mantienen esas estructuras. Es decir, según este autor, la ciudad es el reflejo de la elaboración de un sistema de relaciones políticas y tecnológicas que por un lado se traza como un producto común y por otro sirve para constreñir las libertades individuales (o definirlas conforme a sus intereses), manteniendo un modelo político. El elemento que introduce el consumismo es que la ciudad permite nuevas conformaciones del poder centradas en la lógica del capitalismo.

Esta visión de la ciudad como un producto de las sofisticaciones tecnopolíticas puede entrar en diálogo con la visión de Peter Sloterdijk, que cree que es posible imaginarnos que en el interior de una ciudad es donde toman forman los propósitos de vida individuales, maduran las experiencias y se configuran diferentes estratos del ser, pero no lo hace esperando pacientemente que los individuos se les ocurra entrar en ese proceso. En sus palabras, "el riesgo de la ciudad

[7] Confróntese con Lewis Mumford, *The Myth of the Machine*: *Technics and Human Development*, Nueva York, Harcourt Brace Jovanovich, 1967.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 373 11/10/16 3:33 PM

ha sido desde siempre manipular, más que crear al hombre: más bien hacerles echar hasta las últimas flores, como si fueran reproducciones demasiado simples. En sentido biológico, la ciudad es más un invernadero que un campo o un jardín".[8]

La idea de Sloterdijk puede ser compartida por Mumford en el sentido de que las ciudades se convierten en los espacios de desarrollo de la política en un sentido amplio (pública y privada). Sin embargo, a diferencia de éste, Mumford considera que el potencial de la "megamáquina" no queda restringido a un "florecimiento humano individual". Más bien tiene que ver con la puesta a punto de los esfuerzos colectivos generales en un fin único: la reproducción constante de la lógica política interna. A este respecto, pensar en que la ciudad es un artefacto que reúne y gestiona los esfuerzos de todos lleva a Sloterdijk a plantear la mayor osadía colectiva que se cuenta en la mitología: la torre de Babel, como ejemplo de los riesgos que desde la Antigüedad se han encontrado en la confluencia de todos los individuos en un fin común.

El mito de Babel representa la expulsión del hombre de un paraíso de la unidad, un paraíso cuyo contenido político podría llevar un nombre claro: el consenso, la coincidencia perfecta entre convicciones y tareas. Y es que las gentes de Babel sabían demasiado bien lo que debían y querían hacer: el proyecto de su torre era, según todo lo que sabemos de ellos, una expedición a las alturas que pecaba de excesiva unanimidad.[9]

Este mito parece señalar la arrogancia de un proyecto común que peca de demasiado uniforme. Con ello Sloterdijk muestra que existe un gran reto en el intento de hacer un programa que convoque los esfuerzos comunes de todos y, no sólo eso, parece que peca de inmoral al eliminar la libertad individual a favor de un proyecto desmesurado y "técnicamente" inacabable.

> La catástrofe lingüística fue sólo un medio para un fin, el de romper la unidad que el pueblo de Babel había formado en torno a un propósito común. De modo que la historia del fracaso de la torre se deja leer como un mito radicalmente antipolítico

[8] Peter Sloterdijk, *Normas para el parque humano*, Madrid, Siruela, 2009, p. 52.
[9] Peter Sloterdijk, *En el mismo barco*, Madrid, Siruela, 2008, p. 17.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 374 11/10/16 3:33 PM

> o antiimperialista. Estatuye, por decreto divino, la ausencia de una tarea común a todos los hombres. Quizá la moraleja de esta historia sea la tesis de que la ciudad ha de fracasar, a fin de que la sociedad tribal pueda vivir.[10]

Las dos consecuencias del consenso en el mito son la creación de una obra que en otras circunstancias no hubiera sido posible y el fin de la individualidad que se ve socavada por un propósito colectivo. La ciudad de Babel, con su torre inacabable, es un reflejo de la subsunción de la vida humana en la vida colectiva a través del proyecto de la torre. ¿Cuál es el papel de la tecnología y la ciudad en relación con la política –lo que hemos llamado tecnopolíticas del hábitat?

Sloterdijk pone una nota crítica sobre la naturaleza de la ciudad como esa entidad que es construida por todos y que "ensambla" a los humanos en una "hiperpolítica". La megamáquina y el invernadero son las imágenes que Mumford y Sloterdijk proponen para visualizar a la ciudad en lo tocante a la política o la hiperpolítica. Ninguno de los dos cree que sea posible juntar y ordenar a las personas sin el concurso de las diferentes tecnologías de lo urbano y un montón sistemático de artefactos. Para ambos la ciudad es el lugar donde se forman las pasiones políticas y desde donde se "crea el humano por el humano" en una cultura superior posagraria.[11] Es decir, en la ciudad se dan los elementos que definirán las identidades grupales e individuales más allá de las actividades propias del campo. Pero la enseñanza de Babel, que Sloterdijk no olvida, nos pone frente a la compleja relación entre las necesidades que para su realización demanda la torre y los proyectos individuales y grupales, como tres caras de un dado monstruoso que se interpondrán a medida que las tres pidan protagonismo. También está la idea de la megamáquina de Mumford que convierte las realizaciones colectivas en piezas funcionales de una lógica perversa en donde los humanos son medios para alcanzar los fines políticos de otros o mantener un *statu quo* que no tiene otro sentido más que reiterar las estructuras jerárquicas tradicionales. De hecho, la ciudad/megamáquina de Mumford, en un nivel

[10] Sloterdijk, *En el mismo barco*, p. 17.
[11] Confróntese con Sloterdijk, *Normas*, p. 25.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 375 11/10/16 3:33 PM

de complejidad alto, no puede ser controlada por un conjunto de personas, obedece a la inercia constitutiva de un estado de la cultura y la tecnología.

Mumford podría decir las palabras del personaje que se encuentra en el cubo de la cinta de Natali: "Nadie está a cargo. Es un mecanismo inanimado operando bajo la apariencia de un plan maestro". Sloterdijk podría afirmar que la ciudad/invernadero es un reto tan complejo que "el libro sobre esto, lo más grande de lo grande, aún no se ha escrito".[12] En cambio, las utopías del Renacimiento nos muestran el ardiente deseo de crear una configuración tecnosocial que permita mantener valores, creencias, grupos de poder, relatos fundacionales, bajo la protección de una ciudad amurallada o distante. La ciudad es el huevo protector de la cultura en las visiones utópicas. Un huevo que protege del exterior malévolo y bruto, pero que a su vez crea las condiciones de maduración de un interior delicado que se hace más y más organizado. La ciudad utópica que ha sido imaginada para reflejar un orden ideal, presupone la unidad de todo el sistema tanto cultural como técnico. Las visiones de Mumford y Sloterdijk aceptan que ese ideario se mantiene cuando se diseña u organiza la ciudad. La diferencia radica en que estos dos autores presienten lo perverso de tal arreglo.

Mumford traza una genética de las ciudades en donde al inicio de su formación las encuentra basadas en una disposición "orgánica" que sustenta cuestiones individuales y sociales importantes relacionadas con la religión y la política. Más adelante, en la "versión moderna de la ciudad" ésta se convierte en un complejo abigarrado, caótico y mecanizado que está configurado por principios mercantilistas de producción y consumo. Esto lleva a que el interés principal en las megaciudades sea "el poder, la velocidad, la cantidad y la novedad" en una expansión sin límites.[13] La ciudad se convierte en un artefacto en crecimiento y desmesurado que no tiene como fin la vida humana, sino la maquinización y el consumo.

[12] *Ibid*., p. 103.

[13] Confróntese con Lewis Mumford, *La ciudad en la historia*: *sus orígenes*, *transformaciones y perspectivas*, Buenos Aires, Infinito, 1961.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 376 11/10/16 3:33 PM

La metrópolis, en su fase final de desarrollo, se convierte en una maquinaria colectiva para hacer funcionar el sistema irracional y para dar a quienes en realidad son sus víctimas, la ilusión de poder, riqueza y felicidad y estar en el pináculo mismo de los logros humanos.[14]

El tamaño de la metrópolis es menor que el de la megamáquina de la que hablamos. Para Mumford, la extensión de la megamáquina tiene en su origen el tamaño relativo de una ciudad, pero poco a poco la ciudad necesita mayor cantidad de fuentes de aprovisionamiento de todo tipo. Sus tentáculos se extienden y vinculan con otras megamáquinas y llega el momento en que aparece una megamáquina planetaria (un sistema mundo). Así que la urbanización es un paso inicial de la megamáquina, el siguiente, el mundo rural se concatena a ese centro de control que va progresivamente operativizando y articulando nuevas partes a la máquina. No pasa mucho para que otras megamáquinas crezcan de la misma manera y generen vínculos funcionales con las otras.

Esta visión entiende a la ciudad como la creación de un centro de control que va articulando el resto de formas de organización social en su propio beneficio y reproducción. Una de las consecuencias de este vínculo, según Mumford, es la mundialización de los beneficios de tal mecanización. Se crea la apariencia del bienestar para aquellos que se encuentran bajo el abrigo de esta compleja estructura en constante crecimiento.[15]

Sloterdijk encuentra una metáfora para hablar de esa mundialización de los beneficios y la creciente capacidad de la ciudad de concadenar lo externo a ella, pero le añade una característica crucial. Esta idea se encuentra inspirada en un trabajo de Fedor Dostoievsky, *Memorias del subsuelo*, donde se hace referencia al Crystal Palace que conoció el escritor en 1862 en Sydenham, Londres. Tal fue el lugar que albergó la Feria Mundial en 1852 y luego también la de 1862. Dostoievsky encuentra antipáticas y peligrosas las ideas que inspiran el Crystal Palace, presentadas en el libro de Chernichevsky, *¿Qué hacer?*:

[14] Mumford, *La ciudad en la historia*, p. 718.

[15] Confróntese con Yolanda Ruiz Ordóñez, "Lewis Mumford: una interpretación antropológica de la técnica", tesis de doctorado, Universitat Jaume I, 1998.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 377 11/10/16 3:33 PM

> Se proclamaba al Hombre Nuevo que, tras la efectiva resolución de las cuestiones sociales por medios técnicos, vivía junto a sus semejantes en un palacio comunitario de vidrio y cristal, prototipo de las viviendas comunitarias del Este y el Oeste. Dicho palacio se concibió como un lujoso caparazón con el interior climatizado; la eterna primavera del consenso había de regir este inmenso invernadero, y la coexistencia pacífica de todos con todos se daba por sentada. Para Dostoievsky, la vida en el palacio simboliza la voluntad de los progresistas occidentales de que el proceso de reticulación del mundo y de propagación universal de la felicidad que ellos mismos habían iniciado halle su culminación en la ausencia de tensiones que seguirá al final de la historia.[16]

Además, Dostoievsky encuentra que el Palacio de Cristal de la Feria Mundial hacía de toda la sociedad un objeto de exposición para sí misma. Para Sloterdijk, esto no puede significar otra cosa que la absorción del mundo exterior al interior planificado en su integridad. Aquí la ciudad llega más lejos que la megamáquina de Mumford, pues no sólo se conecta y estructura el exterior para garantizar su crecimiento y perdurabilidad, sino que reconstruye su propia imagen y la de afuera imaginariamente en su interior.

Las huellas arquitectónicas del Palacio de Cristal según Sloterdijk se encuentran enclavadas en las ciudades en forma de centros feriales y comerciales, museos, salas de exposición, galerías, estadios, espacios lúdicos, etc., en fin, lugares donde la misma sociedad es puesta en escena. ¿Pero qué significa ello? ¿Cómo puede ocurrir que se absorba el todo en la parte de una manera fiel? Sin duda es imposible una representación de lo externo y lo interno de manera exacta, no obstante se crean representaciones que tienen la credencial de ser copias conformes. Estas formas de ver son diversas y para sostenerlas en el tiempo se crean instituciones de la representación del mundo. Pero la palabra representación no sólo se puede entender en su sentido epistemológico, sino político. Los museos y las ferias mundiales tienen representantes humanos y no humanos que supuestamente le dan fiabilidad a lo que se presenta.

[16] Sloterdijk, "El palacio de cristal", p. 2.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 378 11/10/16 3:33 PM

La ciudad como megamáquina/Palacio de Cristal no sólo se extiende y reticula más allá de lo urbano, sino que se intenta consolidar como un invernadero de confort y como un espejo del mundo. Por un lado, la mecanización de los procesos y la fusión de humanos y no humanos en la megamáquina y, por otro, la ciudad como un palacio de cristal en donde puedes ver todo lo que está afuera y reflejarte en sus paredes especulares.

Este extraño híbrido que crea lo representacional total y lo tecnológico va adquiriendo dimensiones continentales a medida que el mundo se globaliza y los conflictos bélicos a gran escala van desapareciendo.

Ahora bien, ¿acaso se articulan perfectamente los aspectos representacionales y de confort con los tecnológicos y políticos de organización y control? Probemos una hipótesis: ¿será que aquí es donde la ciudad se convierte en una gran puesta en escena de sí misma? No para destacar fielmente sus rasgos promisorios, sino para mantener una costra de imaginación que oculte el ruidoso andamiaje de la megamáquina. En este sentido, podemos decir que el Palacio de Cristal cubre con sus espejos las estructuras tecnológicas y políticas de control.

La reticulación de la sociedad a través de la ciudad para que se configure una diferenciación funcional que está ajustada a un conjunto de fines bien definidos ha estado en las concepciones de la ciudad funcionalista que afloraron en el siglo xx con exponentes como Le Corbusier. En estas concepciones encontramos la implacable necesidad de convertir toda la trama urbana en un artefacto que sirva para la movilidad, la vivienda, la educación y el ocio, la cual llevó a grandes proyecciones urbanas que encontramos, en sus formas más acabadas, en India, EUA y Brasil. En esa concepción totalizante de la ciudad, las zonas de barrios miserables se convierten en elementos a intervenir para reensamblarlos dentro de la lógica general de la estructura de la ciudad. En algunos casos esos espacios se convierten en grandes franjas de vivienda popular o de "interés social". Esto lleva a la formación de barrios con edificios repletos de pequeños espacios de vivienda habitados por trabajadores solteros, estudiantes o familias. Estos espacios cuentan con un pequeño baño y una magra cocina, uno o dos pares de habitaciones y una salita. Todo ello en un marco de fines

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 379 11/10/16 3:33 PM

composicional, las partes deben estar justificadas en una teleología del diseño. Es decir, todo el proyecto funcional lo que oculta es las diferentes posibilidades teleológicas de la ciudad. Impone una sobre las demás y la muestra como la que debe ser aceptada. Esto ha sido llamado por el psiquiatra británico Theodore Dalrymple como "totalitarismo arquitectónico".[17]

Dalrymple hace énfasis en la desolación de las obras de la corriente moderna y su necesidad de destruirlo todo para refundar un orden. Una tendencia que crea hitos arquitectónicos "sin alma". Es el asesinato del Genius Loci de los lugares que le da sentido a espacios determinados.

La relación con las soluciones de hábitat básico no deja de ser más evidente, muchos son constituidos como soluciones de vivienda que no logran un hábitat en un sentido del término que la filosofía ha indagado a través de inquirir sobre la psicología humana y las nociones de "florecimiento" y "capacidad", algo que va más allá de las condiciones técnicas, aunque también a ello se le ha prestado atención. La vivienda básica se convierte en un resguardo provisional y precario, hecho para la desolación, la melancolía y la necesidad de huir de allí.

Las "soluciones" de vivienda a gran escala no dejan de estar conectadas con el espíritu del movimiento moderno encarnado por Le Corbusier. Esto es revelador y queda claro en palabras de Dalrymple:

> Nevertheless, Le Corbusier's language reveals his disturbingly totalitarian mindset. For example, in what is probably his most influential book, the 1924 *Towards a New Architecture* (the very title suggests that the world had been waiting for him), he writes poetically:
>
> "We must create a mass-production state of mind:
> A state of mind for building mass-production housing.
> A state of mind for living in mass-production housing.
> A state of mind for conceiving mass-production housing".

[17] Confróntese con Theodore Dalrymple, "The Architect as Totalitarian. Le Corbusier's Baleful Influence", *City Journal* (2009). Disponible en http://www.city-journal.org/2009/19_4_otbie-le-corbusier.html.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 380 11/10/16 3:33 PM

> Who are these "we" of whom he speaks so airily, responsible for creating, among other things, universal states of mind? Only one answer is possible: Le Corbusier and his disciples (of whom there were, alas, to be many). Everyone else has "eyes that do not see," as he so tolerantly puts it.[18]

Este programa no es una respuesta a condiciones locales de visiones arquitectónicas, paisajísticas y urbanas, sino que se expande como pandemia por el globo en una visión perversamente totalitaria que se supone responde a una época y a un gusto uniforme. Veamos:

> Le Corbusier wanted architecture to be the same the world over because he believed that there was a "correct" way to build and that only he knew what it was. The program of the International Congress for Modern Architecture, of which Le Corbusier was the moving spirit, states: "Reforms are extended simultaneously to all cities, to all rural areas, across the seas". No exceptions. "Oslo, Moscow, Berlin, Paris, Algiers, Port Said, Rio or Buenos Aires, the solution is the same," Le Corbusier maintained, "since it answers the same needs".
>
> Le Corbusier's imperatives apply to more than building or even city planning, for he was nothing if not a totalitarian philosopher, whose views on architecture derived at least in part from his self-appointedly omnicompetent viewpoint:
>
> We must create farms, tools, machinery and homes conducive to a clean, healthy well-ordered life. We must organize the village to fulfill its role as a center that will provide for the needs of the farm and act as a distributor of its products. We must kill off the old voracious and ruthless kind of money and create new, honest money, a tool for the fulfillment of a wholly normal, wholly natural function.
>
> There is to be no escape from Le Corbusier's prescriptions. "The only possible road is that of enthusiasm [...] the mobilization of enthusiasm, that electric power source of the human factory." In his book *The Radiant City*, there is a picture of a vast crowd in Venice's Piazza San Marco, with the legend, "Little by little, the world is moving to its destined goal. In Moscow, in Rome, in

[18] Dalrymple, "The Architect as Totalitarian".

> Berlin, in the USA, vast crowds are collecting round a strong idea"–the idea being, apparently, the absolute leader or state.
>
> These words were written in 1935, not a happy period for political thought in Moscow, Rome, or Berlin, and one might have hoped that he would have later recanted them. But in 1964, on republishing the book in English, Le Corbusier, far from recanting anything, wrote as *an envoi*: "Have you ever thought, all you 'Mister NOS!,' that these plans were filled with the total and disinterested passion of a man who has spent his whole life concerning himself with his 'fellow man', concerning himself fraternally. And, for this very reason, the more he was in the right the more he upset the arrangements or schemes of others".[19]

La extrema uniformidad de la arquitectura convierte los espacios construidos en anodinos lugares intercambiables con cualquier otro. Cualquier lugar es el mismo lugar. La pérdida de orientación y orgullo por el espacio habitado se hace visible en los impactos psíquicos y colectivos de los usuarios. La ordenación excesiva de los hábitats genera una ruptura en las capacidades de los individuos y las comunidades para tomar cursos de acción novedosos y creativos. En un hábitat cristalizado y sin particularidades hace sostener las relaciones y el equilibrio mental a través de hábitos constantes, anodinos y viciosos.

Un proyecto de convertir la ciudad en una analogía de una suerte de procesos biológicos, puede imponer un régimen de vida homogenizante sobre un principio rector, el ecológico, que puede destruir la diversidad de formas de vida en la urbe que no concuerden o colaboren con el alcance de tales fines. La primera réplica a esta crítica es que el urbanismo totalitario no es más que una infraestructura, sobre la cual los individuos pueden llevar una vida libre. Sin embargo, lo que no enseña el proceso de configuración de la ciudad como un bioartefacto es que todos terminamos implicados en ese proyecto con compromisos diversos. La controversia está al orden del día. Pues impone a los ciudadanos la tarea de corregir sus hábitos de vida en pos de un ideal de ciudad como un todo análogo a un sistema biológico.

[19] Dalrymple, "The Architect as Totalitarian".

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 382 11/10/16 3:33 PM

BIBLIOGRAFÍA

Cube, Vincenzo Natali (dir.), 1997.

Dalrymple, Theodore, "The Architect as Totalitarian. Le Corbusier's Baleful Influence", *City Journal*, (2009). Disponible en http://www.city-journal.org/2009/19_4_otbie-le-corbusier.html

IBA Hamburg GmbH, "BIQ". Disponible en http://www.iba-hamburg.de/en/themes-projects/the-building-exhibition-within-the-building-exhibition/smart-material-houses/biq/projekt/biq.html.

Jonas, Hans, *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*, Barcelona, Herder, 1995.

Latour, Bruno, *Reensamblar lo social*: *una introducción a la teoría del actor-red*, Buenos Aires, Ediciones Manantial, 2005.

Mumford, Lewis, *La ciudad en la historia*: *sus orígenes*, *transformaciones y perspectivas*, Buenos Aires, Infinito, 1961.

———, *The Myth of the Machine*: *Technics and Human Development*, Nueva York, Harcourt Brace Jovanovich, 1967.

Ruiz Ordóñez, Yolanda, "Lewis Mumford: una interpretación antropológica de la técnica", tesis de doctorado, Universitat Jaume I, 1998.

Sloterdijk, Peter, "El palacio de cristal", Barcelona, Centro de Cultura Contemporánea de Barcelona, 2004. Disponible en http://www.cccb.org/rcs_gene/palacio_cristal.pdf

———, *En el mismo barco*, Madrid, Siruela, 2008.

———, *Normas para el parque humano*, Madrid, Siruela, 2009.

Soullier, Didier, "Ciudades ideales: de la *Utopía* de Tomás Moro a la *Ciudad del Sol* de Campanella", *Revista de Filología Románica* VI (2008), pp. 73-87.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 384 11/10/16 3:33 PM

IMAGINARIO Y EFECTOS SOCIALES DE LOS BIOARTEFACTOS: ¿SE PUEDE GENERAR "VIDA" O "INTELIGENCIA" ARTIFICIAL EN LOS LABORATORIOS DE BIOINFORMÁTICA?

*Edgar Tafoya Ledesma**

INTRODUCCIÓN

El objetivo del trabajo es problematizar sobre los efectos sociales de los bioartefactos desde una perspectiva que permita indagar la forma como los "objetos" bioartificiales y bioartefactuales logran generar imaginarios colectivos de alcance simbólico respecto a: *a)* el nivel de eficiencia técnica que producen; *b)* su capacidad para resolver determinados problemas socioambientales, y *c)* su poder de innovación tecnocientífica. Para ello, utilizaremos la noción de *forma tecnológica de vida* expuesta por Scott Lash en su dimensión fenomenológica, así como la descrita por Langdon Winner en su sentido político, considerando como ejemplo de análisis simuladores de inteligencia artificial e interfaces gráficas de vida artificial generadas a través de macroprocesadores de información. Se abordarán a lo largo del texto determinados problemas de alcance filosófico que surgen en el campo de la inteligencia artificial, difundida a través de algunos de textos canónicos de las ciencias cognitivas.

Se entenderá que todo bioartefacto informacional es, desde un punto de vista como el aquí descrito, una forma de vida tecnológicamente configurada, con capacidad específica para generar impactos sociales de carácter simbólico denominados por la teoría socioantropológica como "imaginarios colectivos". De esta forma se partirá de la idea de que, debido a que las formas tecnológicas de vida están configuradas por diseños informacionales creados en determinados laboratorios de bioinformática para producir innovaciones tecnológicas

* Universidad Nacional Autónoma de México.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 385 11/10/16 3:33 PM

de punta, poseen un valor simbólico capaz de producir efectos de control mediático en la sociedad (consumo, necesidades producidas, angustia, adicción) a través de estrategias discursivas, publicidad o campañas de mercadotecnia tecnocientífica. Dichos impactos pueden generar representaciones colectivas de gran alcance: por ejemplo un *smartphone* (teléfono inteligente) es usado como un término comercial para denominar al tipo de artefacto con capacidad para ofrecer más funciones que un teléfono móvil común, denominados como "inteligentes".

Un artefacto de uso cotidiano como éste permite al usuario contar con una computadora personal con capacidad para la instalación de programas, incrementar el procesamiento de datos y eficacia para la conectividad, pero en sentido estricto no es inteligente. El discurso de innovación tecnocientífica hace suponer a los millones de usuarios que una interfaz gráfica, una pantalla táctil, un sistema operativo multifuncional, así como un teclado "qwerty" en miniatura, aplicaciones para atajos y menús sofisticados implica poseer un dispositivo altamente "inteligente", casi análogo al nivel de procesamiento de información de la inteligencia humana. Lo mismo ha sucedido, por ejemplo, con la promesa de la inteligencia artificial publicitada por Toyota, al exhibir en los medios de comunicación ciertos androides con capacidad de resolución "inteligente" a problemas ordinarios de los seres humanos. Pues bien, el conjunto de sensores, programas e interfaces que permiten operar a los robots y androides creados por Toyota no los podemos considerar como tecnologías informáticas inteligentes en sentido orgánico, sino como bioartefactos informacionales con disposición para desempeñar funciones extraordinarias comúnmente denominadas "inteligencia artificial".

Consideramos que estos bioartefactos informacionales logran generar formas tecnológicas de vida; es decir, experiencias sociales tecnológicamente configuradas y moldeadas por el desarrollo de la informática. Dichas formas de vida producen imaginarios colectivos, generan mediaciones simbólicas eficaces, operando a través de medios de comunicación, artefactos electrónicos consumibles a gran escala, computadoras, espectaculares en las avenidas o dispositivos publicitarios que están en nuestro entorno inmediato. Esto

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 386 11/10/16 3:33 PM

sucede debido a que las tecnociencias, en este caso la bioinformática, requieren discursos, símbolos, imágenes e informaciones que fluyen en las redes de conocimiento en términos de códigos con valor pragmático o comercial, y no sólo con utilidad epistémica. Las tecnociencias requieren, también, divulgar expectativas con valor industrial que, mediatizadas, logran obtener recursos, estímulos y ganancias. El trabajo intenta aportar algunas líneas de reflexión filosófica en esta dirección.

FORMAS TECNOLÓGICAS DE VIDA: ESTRUCTURAS E INTERFASES

El concepto de formas tecnológicas de vida, entendido aquí como noción fenomenológica,[1] se retoma de Scott Lash y Langdon Winner.[2] Se trata de un término analíticamente construido a partir de dos ideas centrales: *1)* en la sociedad contemporánea las formas cotidianas de vida se encuentran tecnológicamente definidas (Lash) y *2)* las estructuras políticas y la vida cotidiana se han transformado de manera radical debido al papel mediador de las tecnologías (Winner).

[1] Se advierte desde ahora que, para el caso de esta investigación, hemos decidido optar por una observación fenomenológica en el sentido de Husserl y Schutz. Desde nuestro punto de vista, un tratamiento fenomenológico respecto a una sociedad altamente tecnologizada como la actual, reconocería las relaciones de interdependencia entre los sistemas cognitivos, las dinámicas de interacción, las relaciones con el entorno natural y las formas lingüísticas de representación de la realidad dentro de un contexto de mundo de vida. Así, intersubjetividad, mundo de la vida, sentido, estructura, cuerpo y significado serían conceptos transversales a lo largo de este trabajo. Un tratamiento fenomenológico de las formas de vida contemporáneas reconocería el condicionamiento tecnológico de la relación entre mente, cuerpo, significado y mundo, respecto de las estructuras de organización social surgidas en la intersubjetividad. Aunque esta orientación se aclarará con mayor detalle en los siguientes apartados, por ahora basta con recomendar dos obras centrales en la comprensión fenomenológica del mundo: Edmund Husserl, *Invitación a la fenomenología*, Barcelona, Paidós/ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona, 1992; Alfred Schutz, *La fenomenología del mundo social*, Buenos Aires, Paidós, 1972.

[2] Véase Scott Lash, *Crítica de la información,* Buenos Aires, Amorrortu, 2005, en particular el apartado sobre las "Formas tecnológicas de vida", pp. 43 y ss. Para un estudio sobre la noción utilizada por Langdon Winner ver *La ballena y el reactor. Una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología*, Barcelona, Gedisa, 1987, p. 35 en adelante.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 387 11/10/16 3:33 PM

En ambas reflexiones, las tecnologías han sido capaces de moldear o transformar las prácticas sociales y las experiencias cotidianas. Pero, ¿en qué términos y hasta dónde es posible sostener que las formas de vida contemporánea, ampliadas, extendidas o en su caso generadas por el desarrollo de la tecnociencia se han convertido en las nuevas experiencias informacionales de interacción social?

En el caso de Lash las formas de vida de la sociedad global contemporánea, en tanto experiencias cognitivas y lingüísticas, están definidas sobre todo por las tecnologías de la información y la comunicación (en adelante TIC); en este sentido tienen una dimensión fenomenológica, toda vez que forman parte de nuestras maneras de sentir, comunicar, percibir, actuar y conocer. Para Winner las tecnologías son entendidas como mediaciones y estructuras que influyen en la relación entre sujeto, cultura y mundo material; es decir, tienen un estatus ontológico. En el caso de este trabajo, las formas tecnológicas de vida serán tratadas como estructuras, experiencias y mediaciones socialmente construidas.

Considerando la afirmación anterior y tomando en cuenta las ideas de ambos autores, entendemos por formas tecnológicas de vida lo siguiente: estructuras sociales tecnológicamente modificadas que operan como interfaz, capaces de transformar las dinámicas contemporáneas de organización social y política, y de generar los dispositivos que moldean el mundo de vida cotidiano entendido como complejo de experiencias, representaciones, valores, sistemas de interacción, conocimientos, artefactos y prácticas, creando con ello mecanismos de poder artefactual y simbólico. Dichas estructuras socialmente generadas, funcionan como interfaces y están moldeadas por los impactos que tienen los sistemas de ciencia y tecnología (sistemas tecnocientíficos de base informacional) tanto en el medio ambiente como en la cultura actual. Así, las formas tecnológicas de vida lo mismo se despliegan como funciones y mecanismos estructurales, que como formas de experiencia o mediaciones simbólicas.

Tomando en cuenta el modelo de "dualidad de la estructura" de Anthony Giddens,[3] y con el propósito de una precisión conceptual, podemos indicar

[3] Véase Anthony Giddens, *Las nuevas reglas del método sociológico*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1993, p. 161. Para un tratamiento sociológico de mayor amplitud sobre

que las formas tecnológicas de vida, en tanto estructuras sociales tecnológicamente definidas, poseen esta propiedad ambivalente: condicionan y regulan los procesos de interacción social contemporáneas, pero al mismo tiempo son resultado de una intersubjetividad tecnológicamente moldeada, de aquí que operen como interfaces. Así, en tanto elementos que condicionan la producción y reproducción de la sociedad contemporánea, las formas tecnológicas de vida se presentan como sistemas de interacción informacionales cuya existencia depende de los modos de estructuración por los cuales son producidas (siguiendo a Giddens).

Sin embargo, debido a su propiedad doble, las formas tecnológicas de la cultura actual se despliegan igualmente como efectos transformadores de la realidad, permitiendo el cambio. Es decir, creando a su vez las bases para un tipo de poder político no lineal, posthumano,[4] informacional y ecológico, expresado por Donna Haraway como *política de los cyborgs*.

En este trabajo sostenemos que las formas tecnológicas de vida se extienden, aunque no exclusivamente, como nuevos medios de control y dominación en tanto que, como estructuras y sistemas de interacción, representan conflictos de interés. Al hacerlo, actúan a la vez como mecanismos simbólicos y como dispositivos artefactuales; es decir, como medios simbólicos y materiales para la reproducción de relaciones de poder lineal y no lineal. Cuando hablamos de *poder lineal* nos referimos con Donna Haraway y Scott Lash a la idea de control y dominación estructural, producido desde un régimen de autoridad vertical,

---

la definición de estructura social puede revisarse Talcott Parsons, "Algunas categorías fundamentales de la teoría de la acción", *Hacia una teoría de la acción*, Buenos Aires, Kapelusz, 1978; Robert Merton, *Teoría y estructura sociales*, México, FCE, 1992; "Significado y análisis de las estructuras en antropología y sociología", en Filippo Barbano, *Estructuralismo y sociología*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1987.

4 Nos referimos a las teorías transhumanistas y poshumanistas, que tratan de poner énfasis en los fenómenos de hibridación entre lo natural y lo artefactual, descentrando con ello la posición privilegiada del sujeto como unidad exclusiva de estudio. Se trata de una posición no antropocéntrica sino ecocéntrica en algunos casos, eco-feminista en otros, o bien, que comprende la cultura contemporánea como una interfase entre naturaleza, cultura y tecnología. Para un ejemplo de esta orientación véase Teresa Aguilar, *Ontología cyborg. El cuerpo en la nueva sociedad tecnológica*, Barcelona, Gedisa, 2008.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 389 11/10/16 3:33 PM

a través del uso legítimo de la violencia (como lo describía Max Weber),[5] y de mecanismos coercitivos de poder disciplinario como lo aseguraba Michel Foucault.[6] Esta forma de poder es de tipo tradicional, generado sobre todo a través de mecanismos institucionales relacionados al Estado; sin embargo, como señala Langdon Winner, en la sociedad contemporánea emergen dispositivos de control asociados a los desarrollos científico-tecnológicos.

Considerando la particularidad de las formas contemporáneas de poder no lineal, por estructuras de dominación entendemos, con Giddens y Lash, relaciones de asimetría respecto al significado, valor o utilidad de algo y la evaluación moral de los sujetos en el proceso de interacción comunicativo-informacional. Dicha asimetría de las relaciones sociales funciona como mecanismo para orientar las divergencias interpretativas o las disputas axiológicas, a la vez que las hace estar ancladas a divisiones de interés.[7] Dicho así, las formas tecnológicas de vida contienen marcos de significado, normatividad y valores (esquemas informativos de base tecnocientífica) que les sirven para valorar el mundo, modelar la realidad, simular la vida y resolver conflictos de interés pragmático. En la sociedad contemporánea estos esquemas o marcos conceptuales (representaciones, imágenes, modelos o simuladores) están condicionados por los sistemas tecnocientíficos informacionales;[8] tal es el caso de las decisiones médicas, la gobernanza de los riesgos biotecnológicos, la interacción en redes sociales, las controversias morales respecto a desarrollos biomédicos, las comunicaciones satelitales y los simuladores de vida artificial, por citar algunos ejemplos.

En este sentido, como estructuras de dominación las formas de vida tecnologizadas producen conflictos de intereses y asimetrías en las relaciones, orientándolas mediante códigos de información y comunicación: a esto le llamamos

5 "Conceptos sociológicos fundamentales", en Max Weber, *Economía y sociedad*, México, Fondo de Cultura Económica, 1994, pp. 5-45.

6 Michel Foucault, *Vigilar y castigar*, México-Buenos Aires, Siglo xxi, 1999, pp. 175 y ss.

7 Para profundizar en la noción de conflicto de interés se puede revisar Jürgen Habermas, *Conocimiento e interés,* Madrid, Taurus, 1992.

8 Véase, por ejemplo, una obra referente en este sentido de Claus Emmeche, *Vida simulada en el ordenador. La nueva ciencia de la inteligencia artificial*, Barcelona, Gedisa, 1998.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 390 11/10/16 3:33 PM

relaciones informacionales de poder. Están determinadas por una infraestructura artefactual y simbólica expansiva en la sociedad de redes. Las telecomunicaciones, los multimedios y las tramas de tecnoinformación, constituyen sus medios y sus dispositivos de control.[9] Como dice Lash, se trata de estructuras reflexivas de control que se autorregulan por efecto de las comunicaciones producidas en una red global, operando "mediante el ejercicio de las funciones de inteligencia, comando, control y comunicación".[10]

Estas estructuras, operando como interfaces bioartefactuales (orgánico-tecnológicas), se naturalizan a tal punto que las tecnologías de la información y la comunicación, así como los dispositivos inteligentes relacionados con ellas, se nos presentan como disposiciones de la vida común. Son cotidianas y rutinarias, forman parte de nuestro paisaje, se integran a nosotros en la forma de *gadgets*, operaciones bancarias, apps, *smartphones*, chats en dispositivos inteligentes, nubes de almacenamiento de información, ordenadores, vidas públicas simuladas en el ciberespacio, sistemas de espionaje cibernético.

Son además nuestras extensiones y nuestras prótesis, para decirlo con McLuhan, y nuestra vida, tanto pública como privada, depende cada vez más de ellas. Forman parte de nuestro entorno arquitectónico, vivencial e íntimo; instaladas en la escuela, en el trabajo, las plazas públicas, los hospitales, los supermercados o los aeropuertos, constituyen el escenario artefactual e informático donde se desenvuelve la vida social. Para muchos ya son parte del nuevo espacio público, formando fracciones de nuestro mundo vital, segmentos de nuestra existencia orgánico-social, piezas constitutivas de nuestra ontología lingüístico-comunicativa. Las tecnologías forman parte integrante de nuestra vida diaria y constituyen el paisaje donde habitamos.

El razonamiento de fondo que se hace al presentar las formas tecnológicas de vida, no sólo como estructuras, interacciones y mediaciones sociales, sino como

[9] Sobre este punto conviene examinar las formas de control expansivo informacional y en red, producidas en la era de las comunicaciones globales descritas por Javier Echeverría en *Los señores del aire: Telépolis y el Tercer Entorno*, Barcelona, Destino, 1999.

[10] Lash, *Crítica de la información*, p. 42.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 391 11/10/16 3:33 PM

dispositivos de poder simbólico tiene que ver con la siguiente idea. Si, como afirman Lash, Winner y Haraway, las tecnologías constituyen modalidades de mediación con el mundo que permiten ordenar la vida pública, entonces los sistemas tecnocientíficos son capaces de brindar a las formas de vida contemporáneas un marco de representación para el orden público a través de su función política, ya que se encuentran detrás de ellas en forma de esquemas/marcos conceptuales (Putnam), acervos de conocimiento a mano (Schutz) o representaciones bioinformáticas (Emmeche). La constitución política de la tecnociencia, y con ello de las formas tecnológicas de vida social, está definida por su disposición de control y autoridad (Winner) y por el surgimiento de un nuevo régimen de poder y conocimiento que opera en una interfaz cibernética según el modelo de los sistemas tecnológicos (Lash con Haraway). Para el caso de Lash, Winner y Haraway, en este nuevo régimen el conocimiento científico-tecnológico está fusionado con el poder informacional y no hay manera de diferenciarlo.

Desde nuestro punto de vista esto es así, toda vez que el surgimiento de las formas tecnológicas de vida está asociado al creciente avance de los sistemas tecnocientíficos desarrollados a la par de las TIC y las empresas mediáticas. Es decir, las formas de vida de la sociedad contemporánea están condicionadas en estricto sentido por los sistemas tecnocientíficos. Éstos, a su vez, así como los sistemas tecnológicos de alta complejidad, están socialmente configurados en tanto son un efecto de las formas de reproducción de la vida social. Las tecnociencias moldean las formas tecnológicas de vida y éstas, como sistemas de interacción, reproducen los sistemas tecnocientíficos. Coexisten y se reproducen mutuamente.

Una vez clarificados los conceptos más generales, señalaremos una última cualidad de las formas tecnológicas de vida que, en nuestra consideración, es central para los objetivos que persigue este trabajo. La idea es la siguiente: en tanto estructuras que permiten la interacción, las formas tecnológicas de vida actúan como interfaces. Más aún, desde un punto de vista fenomenológico como el que se esboza, las estructuras tecnológicamente moldeadas son interfaces. Operando como mediaciones artefactuales, las formas tecnológicas de vida posibilitan la interacción social, la experiencia humana, nuestro acceso a la realidad y las relaciones de poder. Dicha interfaz, que se despliega como

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 392 11/10/16 3:33 PM

estructura duradera, siguiendo a Winner, está constituida por conjunciones de sistemas orgánicos, culturales y tecnológicos: bioartefactos.

Las tecnologías de la información, por ejemplo, son estructuras sociales en tanto formas de vida, pero se desenvuelven al mismo tiempo con interfaces. Están constituidas por sistemas tecnológicos y lenguajes de programación, pero son operadas por seres humanos orgánicamente constituidos que sienten y perciben al interactuar. A su vez, estas redes de interconexión tecnológicas y humanas, sólo pueden ser posibles gracias a códigos de comunicación compartidos, valores socialmente generados y conocimientos culturalmente extendidos. Es decir, las formas tecnológicas de vida articulan a los sistemas tecnológicos (computadoras, informática y lenguajes de programación) con los sistemas orgánicos (cerebro, cuerpo y entorno ambiental) y los sistemas culturales (los conocimientos, la lengua, los valores, los imaginarios sociales, las acciones comunicativas).

De esta manera, las formas tecnológicas de vida como estructuras sociales e interfaces, son la expresión actual de nuestra existencia tecnológicamente moldeada, cuya relevancia antropológica radica en el proceso de "naturalización" de las tecnologías mismas, incorporadas a casi todas las formas de experiencia social. En el plano que nos compete, consideramos que su relevancia estriba en el estatus (ontológico, fenomenológico y antropológico) de interfaz que poseen, a través del cual interactuamos con el mundo y nos comunicamos con los otros; para decirlo con Lash: "Enfrentamos nuestro medio ambiente en interfaz con los sistemas tecnológicos".[11]

DIMENSIÓN SIMBÓLICA DE LAS FORMAS TECNOLÓGICAS DE VIDA: IMAGINARIOS SOCIALES

Para el caso de lo que aquí se plantea, y toda vez que las estructuras de dominación se expresan en relaciones informacionales de poder (que evidencian

[11] Lash, *Crítica de la información*, p. 42.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 393 11/10/16 3:33 PM

disputas por el valor y el significado de algo),[12] se preferirá acudir a la noción de "imaginario" como estructura simbólica socialmente compartida. Por *imaginario* se comprende, con Cornelius Castoriadis y Gilbert Durand, un tipo de representación colectiva que, a través de los significados y símbolos compartidos, nos permite una comprensión de la realidad y otorgar sentido al mundo, en tanto actúa como una institución.[13]

El imaginario social se genera por un efecto de socialización, es independiente de los individuos particulares y depende del grado de institución que logre generar alguna imagen, idea o representación acerca de algo.[14] Cuando hablamos de "sociedad del conocimiento" o "cultura global de la información", por ejemplo, estamos indicando una idea colectiva, un tipo de significación imaginaria que tiene la sociedad para representar simbólicamente su forma actual de ser, a través de procesos de legitimación, institucionalización e integración, todos ellos de carácter simbólico.[15] Estos mecanismos son, a decir de Berger y Luckmann, los medios sociales para reproducir los "universos simbólicos",[16] que operan a través de dispositivos de socialización primaria y secundaria.[17]

Aunque existe toda una organización social que permite, a decir de los autores, el mantenimiento de los universos simbólicos,[18] el imaginario colectivo

[12] Hemos dicho ya que por poder no sólo entendemos mecanismo de control sino, también, principio de autoridad. Sin embargo, desde una visión más general, poder se refiere a la capacidad para llevar a cabo alguna acción. Capacidad para hacer cosas, para transformar entornos, para investigar hechos.

[13] Dos obras centrales para el estudio socioantropológico sobre el *imaginario* están representadas por Cornelius Castoriadis, *La institución imaginaria de la sociedad 2. El imaginario social y la institución*, Barcelona, Tusquets, 1989, así como por Gilbert Durand, *Las estructuras antropológicas del imaginario*, México, FCE, 2004.

[14] Para introducirse a la noción sociológica de institución, puede recurrirse al texto ya clásico de Peter Berger y Thomas Luckmann, *La construcción social de la realidad*, Buenos Aires, Amorrortu, 1968, en particular el capítulo 2, "La sociedad como realidad objetiva", en su apartado "Institucionalización", pp. 66 y ss.

[15] *Ibid*., pp. 120-34.

[16] *Idem*.

[17] *Ibid*., pp. 164-84.

[18] *Ibid*., pp. 148 y ss.

tiene que ver también con la función creadora de la imaginación, y está asociado a la búsqueda de sentido y no sólo al significado convencional. Digamos que está estrechamente relacionado con el lenguaje simbólico y puede expresarse lo mismo a través de mitos, relatos, narrativas o narraciones fantásticas, que teorías científicas, historias, métodos o discursos. En tanto son producto de las formas de socialización humana (Berger-Luckmann y Castoriadis) los imaginarios forman parte del universo de realidades socialmente compartidas por una comunidad. No sólo tienen que ver con nuestras funciones cognitivas para percibir, representar o abstraer, sino que se trata de una función creadora del lenguaje humano.

Para Durand, por ejemplo, el lenguaje simbólico involucra un proceso vivencial, único e irrepetible, porque supone una recreación de un tiempo primario al actualizarse en el presente, por ejemplo en los rituales o prácticas culturales. Esta recreación y arquitectura simbólica supone por supuesto una *hermeneusis* (doble interpretación en Schutz o doble hermenéutica en Giddens), toda vez que es la expresión de la facultad imaginativa del ser humano, un tipo de fecundidad creadora. De aquí que todo tipo de imaginación simbólica sea creadora y constructora, aunque no por eso indique un tipo de fantasía en el sentido *negativo* del término.[19]

Como aspecto dinámico, lo simbólico se encuentra en constante movimiento de concreción, pero se sedimenta en la forma de experiencias culturales que crean estructuras.[20] Bloor habla de estos medios simbólicos de representación social para referirse a las formas de producción científica de conocimiento. A decir del autor, cuando nos referimos al conocimiento científico hablamos a su vez de los principios simbólicos que organizan la sociedad,[21] esto es así ya que toda forma de construcción de conocimiento (sea mítica, religiosa o científica) expresa un tipo de representación social: "Lo que tenemos en nuestras mentes,

[19] Véase Gilbert Durand, *La imaginación simbólica*, Buenos Aires, Amorrortu, 2000.
[20] Durand argumenta a favor de una estructura general del imaginario que se materializa en tipos de experiencias de vida y de prácticas culturales. *Ibid*., pp. 385 y ss.
[21] David Bloor, *Conocimiento e imaginario social*, Barcelona, Gedisa, 1998, p. 96.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 395 11/10/16 3:33 PM

lo que estructura y guía nuestros pensamientos, son concepciones cuyo carácter efectivo es el de un modelo social".[22]

Según lo explica Bloor, como también Durand desde otra tradición, al igual que las experiencias religiosas trasfiguran nuestra experiencia de la sociedad, de la misma manera se comportan la ciencia, la filosofía o la epistemología. De aquí que incluso, menciona Bloor, el conocimiento en general puede ser tratado como sagrado: "La respuesta a la cuestión de por qué el conocimiento debe ser visto como sagrado es que al pensar en el conocimiento, pensamos en la sociedad y, si Durkheim está en lo cierto, la sociedad tiende a ser percibida como sagrada".[23] Por ejemplo cuando los científicos naturales nos presentan la idea de que la ciencia es objetiva, verdadera y con capacidad para explicar/predecir cualquier tipo de acontecimiento, estamos ante la presencia de un relato simbólico con dimensiones casi "sagradas", toda vez que no siempre ha sido así.[24]

La ciencia, por ejemplo, también ha servido para exterminar grupos sociales en los campos de concentración de Auschwitz y ha tenido efectos colaterales desastrosos como en Chernobyl. ¿La ciencia y la tecnología son, como piensan muchos científicos y medios de comunicación, un sistema libre de valores e intereses? Por supuesto que no. Las investigaciones en historia de la ciencia lo han demostrado de forma tajante. ¿La ciencia y la tecnología están libres de objetivos políticos? No necesariamente, éste ha sido parte del imaginario social moderno. Las de la ciencia son también narrativas socialmente creadas para producir sentido a nuestras formas de convivencia.

A esto nos referimos cuando se afirma que las formas tecnológicas de vida se desenvuelven como imaginarios y producen universos simbólicos. Por ejemplo ¿podríamos afirmar que "verdad" en la ciencia es una cosa o un hecho que se descubre? No, por más que las comunidades científicas sigan pensando en ello. La verdad es un valor, una función, un código de comunicación simbólica

[22] *Idem*.

[23] Véase nota 3.

[24] Puede verse, por ejemplo, J. D. Bernal, *La ciencia en la historia*, México, UNAM/Nueva Imagen, 1979.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 396 11/10/16 3:33 PM

que funciona como "ideal regulativo" según Popper; pero no así una entidad material en el mundo. Por tanto, la imagen de verdad es una representación colectiva, y forma parte del imaginario científico moderno.

En ese sentido, a decir de Durand la vida cotidiana y las experiencias culturales son manifestaciones de un tipo de orden colectivo, que se instaura en la forma de *mediaciones simbólicas*. Éstas a su vez tienen la facultad de vincular esferas de lo social, porque es el símbolo lo que puede articular una estructura capaz de otorgar sentido a las sociedades: así funcionan también las comunidades tecnocientíficas. Se trata pues de imágenes de sentido, que vinculan el medio social y material del ser humano, y permiten crear estructuras de la imaginación creadora. Esto ocurre, por ejemplo, cuando a través de las redes se difunde una noticia que puede ser falsa (por ejemplo cuando en los medios occidentales se repetía que en los países comunistas se comían a los niños o cosas por el estilo). Los medios de comunicación masiva tienen el poder informático para crear narrativas ficcionales que, a fuerza de repetirse, se convierten en "hechos reales". ¿Por qué sucede esto? Según Durand, por que los símbolos y las representaciones son medios a través de los cuales otorgamos sentido a nuestro entorno.[25] Así, *el imaginario colectivo* lo podemos entender como una forma de interacción entre la parte subjetiva (psíquica-fisiológica) con el medio o entorno social del ser humano. Un movimiento de interacción que es dinámico pero que siempre se manifiesta como una *forma de vida cultural*, con soportes sociales que evolucionan en el tiempo.

Esta idea ya está contenida en *Las formas elementales de la vida religiosa* de Durkheim, para quien los relatos religiosos y mitológicos funcionan como medios para otorgar sentido a la vida de una comunidad. Esto ocurre de igual manera en el mundo de la ciencia, cuyo lenguaje sirve de andamiaje para la comprensión de nuestro mundo. Para Durkheim las mediaciones simbólicas ejercen un tipo de poder: orientan las acciones y restringen las conductas, esto sucede porque actúan como estructuras sociales que trascienden a los individuos.

[25] Durand, *La imaginación simbólica*, pp. 13-15.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 397 11/10/16 3:33 PM

En esto consisten los imaginarios colectivos, en su función estructurante y su capacidad de control moral, toda vez que se instauran por encima de los sujetos y sus voluntades, aunque también sirve como medio para la función creadora. De esta forma actúa tanto el imaginario religioso como el imaginario científico-tecnológico; como formas de conocimiento y representación del mundo, producen estructuras simbólicas de presión social. David Bloor cita a Durkheim de la siguiente manera para hablar de la relación entre sociedad y conocimiento, y nosotros rescatamos esta idea para indicar la función social del imaginario simbólico en las formas tecnológicas de vida:

> como la presión social se ejerce por medios espirituales, no puede dejar de dar a los hombres la idea de que fuera de ellos existen uno o varios poderes, morales a la vez que eficaces, de los que dependen. Deben pensar en estos poderes, al menos en parte, como algo exterior a ellos mismos, pues se dirigen a ellos en un tono imperativo y a veces incluso les ordenan violentar sus inclinaciones más naturales. Es indudable que si pudieran ver que estas influencias que sienten emanan de la sociedad, el sistema mitológico de representaciones no habría nacido nunca. Pero la acción social sigue caminos demasiado tortuosos y oscuros, y emplea mecanismos psíquicos que son demasiado complejos como para permitir al observador ordinario percatarse de dónde provienen […]. De esta manera, deben inventarse ellos mismos la idea de esos poderes con los cuales se sienten en conexión, y por ahí podemos entrever ya cómo fueron llevados a representarlos bajo formas realmente ajenas a su naturaleza y a transfigurarlos por el pensamiento…[26]

Con esta aseveración que Bloor rescata de Durkheim, podemos resumir bien lo que hasta ahora hemos señalado. Las estructuras sociales funcionan como medios de control simbólico, en tanto operan por encima de los sujetos, imponiéndose a su voluntad. En este sentido, surten efecto de poder, en tanto se imponen y son coercitivas, gracias a las mediaciones simbólicas que generan.

[26] Bloor, *Conocimiento e imaginario social*, pp. 95-96.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 398 11/10/16 3:33 PM

Las formas tecnológicas de vida contemporáneas, en tanto dispositivos de poder informacional, operan en el orden de lo simbólico, como ya se explicó con Castoriadis y Durand. Así, como estructuras simbólicas informacionales, se desplazan entre las interacciones generando representaciones e ideas socialmente compartidas; éstas pueden o no tener referencias orgánicas o materiales, en este sentido pueden ser completamente artificiales. Toda la interfaz gráfica con la que interactuamos a través de internet opera de esta manera, generando realidades virtuales o narrativas fantásticas de mundos posibles. Son, pues, universos simbólicos que adopta nuestra cultura actual, a través de disposiciones de simulación artefactual.

BIOARTEFACTOS INFORMACIONALES E IMAGINARIOS VIRTUALES. SIMULACRO Y ARTIFICIALIDAD

Ahora bien, ya que las formas tecnológicas de vida están envueltas por estructuras informacionales, éstas tienen fundamentalmente un valor simbólico y se desarrollan como representaciones colectivas. Como imaginarios colectivos, generan mediaciones simbólicas eficaces, operando a través de medios de comunicación, artefactos electrónicos, computadoras, espectaculares en las avenidas o dispositivos publicitarios que están en nuestro entorno inmediato. Las tecnociencias requieren, también, divulgar expectativas con valor industrial que, mediatizadas, logran obtener recursos, estímulos y ganancias. Así, por ejemplo, la idea de que es posible producir "vida artificial" a través de la bioingeniería o la bioinformática es una forma de producir un imaginario en torno a la innovación, que no es cierta ni falsa, sino sólo una imagen mediáticamente construida de posibilidad (latente), para decirlo de algún modo, que puede ser rentable en términos económicos. No es que sea teóricamente inviable simular cierto tipo de vida orgánica, sino que en ocasiones resulta tecnológicamente imposible; sobre todo cuando se trata de modelar artificialmente el sistema nervioso de especies portadoras de una información celular de alta complejidad.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 399 11/10/16 3:33 PM

Para ponerlo en términos más claros, a decir del investigador en ciencias cognitivas, Claus Emmeche, lo que se olvida con facilidad a los bioprogramadores es que para replicar, por ejemplo, una sola célula nerviosa de la *Aplysia* (un tipo de caracol) se requiere construir todo un complejo de redes neuronales, y esto es prácticamente imposible. Lo único que se puede hacer es simularlo a través de modelos bioinformáticos, creando bioestructuras sintéticas hiperreales, pero sin referente. A decir del danés:

> El día en que alguien termine de trazar el diagrama completo del circuito del sistema nervioso del *Aplysia* se podrían comenzar a hacer intentos de imitarlo artificialmente. Lo que se olvida fácilmente es que una sola célula nerviosa es portadora de una información tan compleja, que para simular una célula habrá que construir por lo menos diez redes neuronales, y esto estará todavía en el plano de la simulación. ¿Caracoles artificiales? No creo que los veamos.[27]

Estos simuladores actúan como modelos científicos, pero son técnicamente imposibles de elaborar para su funcionamiento artefactual en el mundo. Como dice Emmeche, la simulación de sistemas dinámicos biológicos como el cerebro o una colonia de hormigas, para ser replicada en un sistema tecnológico funcional, requeriría instalar cientos de miles de redes neuronales artificiales, interconectadas, operando tal como maniobra el cerebro. Para ello, se requeriría la disposición de suficientes ordenadores, programadores, cálculos, soluciones de ecuaciones diferenciales acopladas, lenguajes de programación, así como microprocesadores que manipulen y calculen los algoritmos necesarios para "imitar" el funcionamiento sistémico de neuronas cerebrales. ¿Es esto posible? Tecnológicamente hablando *no*. Lo único que se puede hacer es "simular" un comportamiento biológico.

[27] Véase con más detalle el capítulo 6 intitulado precisamente "La biología de lo imposible" para referirse a sistemas de simulación artificial en neurofisiología para la "posibilidad" (imposibilidad futura según el autor) de reproducir células nerviosas a través de redes neuronales. Véase Emmeche, *Vida simulada*, pp. 143 y ss.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 400 11/10/16 3:33 PM

Cuando se diseña el simulador del algún sistema dinámico no lineal,[28] sólo se consigue realizar un circuito operativo tecnológicamente generado. Se modelan ciertos sistemas generando autómatas celulares que, como señala Rafael Lahoz-Beltra para el campo de la bioinformática,[29] sólo pueden simular la evolución a través de una computadora, creando "algoritmos genéticos" pero nunca reproduciendo esquemas de evolución orgánica reales. Un "autómata celular" se refiere a una técnica de simulación y modelización no tradicional promovida por S. Wolfram,[30] para el caso de sistemas dinámicos complejos, que permite el estudio de "la vida artificial".[31] A decir de Lahoz-Beltra, muchos sistemas biológicos que exhiben autorganización, sólo pueden ser modelados a través de ecuaciones diferenciales, configurando un "modelo realista" para producir el comportamiento del sistema en términos cuantitativos, como el caso de los autómatas celulares.

¿Se puede reproducir tecnológicamente un modelo artefactual que funcione como un sistema biológico real? De ninguna manera. Sólo se puede modelar a través de una simulación operativa permitiendo con ello su estudio, debido al requerimiento (tecnológico) de computadoras con gran capacidad de memoria y velocidad de procesamiento, entre muchos otros dispositivos. Entonces, ¿qué es lo que generan los sistemas de simulación bioinformática en vida e inteligencia artificial y cuál es su alcance? De acuerdo con Lahoz-Beltra: "Resulta difícil extrapolar el comportamiento simulado con el modelo a condiciones experimentales o aquellas presentes en la naturaleza".[32] Es decir, su alcance es casi nulo si se pretende duplicar por completo un sistema biológico o inteligente como el humano. Esto hace suponer que cuando se habla de generar vida artificial, se está utilizando una metáfora, se hace uso de la función simbólica del imaginario social.

[28] Los sistemas dinámicos no lineales son, por definición, sistemas complejos.

[29] Véase una obra referente en este campo de Rafael Lahoz-Beltra, *Bioinformática. Simulación, vida artificial e inteligencia artificial*, Madrid, Díaz de Santos, 2004.

[30] Véase "Tables of Cellular Automaton Properties", en Stephen Wolfram, *Theory and Applications of Cellular Automata*, Singapur, World Scientific, 1986, pp. 485-457.

[31] Lahoz-Beltra, *Bioinformática*, p. 152.

[32] *Ibid*., p. 151.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 401 11/10/16 3:33 PM

Considerando la descripción anterior ¿se puede entonces generar "vida artificial" en los laboratorios de bioinformática? En estricto sentido no, sólo se puede modelar y simular a través de ecuaciones diferenciales ordinarias o derivadas parciales, cuantificando comportamientos biológicos de modelos teóricos, cuya estructura es expresada por cálculos realizados mediante microprocesadores de información. No se intenta generar vida artificial, sino reproducir comportamientos simulados en condiciones experimentales de sistemas autorganizados que no son biológicamente reales. Para decirlo con la ciencia cognitiva, la vida artificial es un producto artefactual del ingenio humano, que contiene como expectativas imaginarias (latentes) la percepción de un mundo posible de vida e inteligencia artificial. De acuerdo con Emmeche, se trata de "un mundo que contiene varias posibilidades aún no realizadas, un mundo de potenciales difícilmente imaginables, y en este sentido es un mundo virtual".[33]

¿Cómo podríamos interpretar esta afirmación? Con una idea sencilla: los imaginarios modernos producen mundos virtuales. Filosófica y sociológicamente hablando las formas tecnológicas de vida (como las generadas por la bioinformática, la inteligencia artificial o las neurociencias, en buena parte reproduciéndose sobre los sistemas tecnológicos informáticos) generan narrativas ficcionales, representaciones colectivas y relatos simbólicos que constituyen un *mundo virtual.* Estos imaginarios son realidades virtuales, simulaciones hiperreales con o sin referentes físicos, biológicos. Sin embargo, por ser creaciones humanas son parte de nuestro entorno natural, es decir, son reales en el sentido de ser constructos humanos; posibilitan acciones, comportamientos, conductas, o bien, generan investigaciones innovadoras expresadas en prácticas científicas. Los universos simbólicos de los que habla la teoría sociológica están compuestos, en la actualidad, por creaciones virtuales, simulacros y formas de hiperrealidad.

Ésta es otra propiedad de las formas tecnológicas de vida, la capacidad para generar imaginarios virtuales con un impacto social y ecológicamente relevante. Si se dice en los medios de comunicación que los científicos están por

[33] *Ibid.*, p. 120.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 402 11/10/16 3:33 PM

encontrar vida en otros planetas, es porque se trata de una narración con expectativa de futuro, y no necesariamente porque se tenga una demostración empírica. Quizá sea tecnológicamente posible identificar vida en otros sistemas solares, pero eso no significa que todos los seres humanos de este planeta lo vamos a comprobar experimentalmente. ¿Se trata entonces de un engaño? No necesariamente, son discursos de divulgación y comunicación científica, y por eso, de aproximaciones a fenómenos "reales" de naturaleza virtual. Para decirlo en términos de filosofía de la ciencia: se trata de fabricaciones de "hechos científicos".[34] Éstos se construyen a través de estructuras lingüísticas con objetivos de representación simbólica, dispositivos simbólicos que, en la actualidad, son informacionales. La idea de que es posible descubrir vida en otros planetas es real, en tanto pertenece al imaginario contemporáneo construido por la astrobiología y los medios de comunicación.[35]

Philip Kitcher explica de manera acertada esta idea en el tratamiento del "lenguaje científico", al proponernos una imagen detallada de la racionalidad del cambio en la ciencia.[36] El autor afirma que los científicos (también aplica para el caso de tecnólogos y tecnocientíficos) formulan sus teorías como "extensiones de los lenguajes naturales", entendidos como lenguajes humanos naturales, o sea, técnicos. Así, correlacionan discursos científicos usados como expresiones técnicas con los términos técnicos de otros leguajes científicos-representados en la forma de enunciados abstractos.[37] En cualquier tipo de práctica investigativa, se utiliza un tipo de lenguaje técnico capaz de generar

[34] Sobre la fabricación de hechos científicos se ha escrito ya demasiado. Tanto en filosofía de la ciencia, como en historia y sociología del conocimiento, existe una extensa literatura al respecto. De sobra está decir que la ciencia, como práctica social, produce consensos discursivos, acuerdos a los que llegan las comunidades epistémicas. Una exposición relevante respecto a la construcción social de los hechos y discursos científicos se puede ver en León Olivé, *Conocimiento, sociedad y realidad*: *problemas del análisis social del conocimiento y del realismo científico*, México, Fondo de Cultura Económica, 1988.

[35] Nótese que no nos estamos comprometiendo con la vieja noción de "ideología" en el sentido de ideas que encubran pautas de dominación intencional, como en la tradición marxista.

[36] Véase Philip Kitcher, *El avance de la ciencia*, México, IIF-UNAM, 2001.

[37] *Ibid*., pp. 109-110.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 403 11/10/16 3:33 PM

comunicaciones acertadas hacia el contexto social donde se produce. No se trata sólo de la sintáctica del lenguaje científico, sino de la semántica del mismo, por medio de la cual los modelos son capaces de "referirse" a entidades del mundo (objetos, relaciones, artefactos, conjuntos de cosas) como una de sus funciones principales. La otra tiene que ver, siguiendo a Frege, con la relevancia de entidades intencionales, que se formulan mediante expresiones lingüísticas.[38]

De esta manera, tanto la referencia, como la intencionalidad y el sentido, producen los "hechos" a los que se refieren las ciencias. Pero, ¿a qué tipo de entidades se refieren estos "hechos" de los que hablan las comunidades de científicos y tecnólogos? Para decirlo con Kitcher, tiene que ver con universos de significado lingüístico que, en el caso de las prácticas de investigación tecnocientífica, logran producir realidades virtuales o mundos simulados. Es decir, representaciones tecnológicamente artificiales de representaciones abstractas llamadas teorías.

Para decirlo de otra forma, una simulación en una computadora es la representación informática de un modelo científico, al que a su vez le antecede una teoría. Esto es, una simulación es la representación de una representación o, para decirlo con Emmeche, la "ecología de la computación".[39] Ésta se refiere a un entorno virtual capaz de construir simuladores de realidad que, de por sí, ya no es realidad sino representación de la misma a través de las funciones semánticas del lenguaje científico simulado respecto a los propios modelos de la realidad. ¿Trabajan los científicos actuales con hechos reales? No, trabajan con realidades tecnológicamente simuladas.

Siguiendo con esta idea, ¿qué tipo de entidades describen entonces los "hechos" de los que hablan las tecnociencias y que, como en los usuarios del ciberespacio, pueden detonar conductas sociales o prácticas científicas? En nuestra consideración se refieren a estructuras de "realidad virtual". El concepto al que se alude es el utilizado por la inteligencia artificial y la bioinformática para

[38] *Ibid*., p. 110.
[39] Emmeche, *Vida simulada*, p. 120.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 404 11/10/16 3:33 PM

referirse a la "simulación del mundo real". Para indicarlo con Lahoz-Beltra, la realidad virtual es una técnica de simulación cuya emergencia se popularizó hacia los años 90. A decir del autor, y a esto se refiere también la idea de imaginario virtual en el caso de nuestro estudio, la realidad virtual curiosamente se popularizó "no derivada de sus aplicaciones científicas-técnicas, sino de su utilización con fines de ocio y entretenimiento".[40] Para estos efectos, a los usuarios se les dotaba de interfaces como guantes, gafas, sistemas de seguimiento de posición, que permitían dotarle de "una mayor sensación de libertad y estimulación",[41] logrando así un mayor acercamiento a la "realidad percibida".

Para autores como Quéau,[42] sin embargo, la realidad virtual expresa más que una técnica, el reflejo de la cultura en la sociedad de fines del siglo xx y principios del xxi, en tanto que, como asegura Lahoz-Beltra, es una metodología de simulación cuya finalidad es la creación de mundos virtuales.[43] En nuestra consideración, los hechos científicos, los objetos tecnológicos o las representaciones tecnocientíficas a las que se refieren las formas tecnológicas de vida, son precisamente escenarios virtuales. Un mundo virtual, dice Lahoz-Beltra, es "un lugar recreado por un ordenador, que contiene objetos, y en donde una persona puede entrar y salir e interaccionar con los objetos del mundo".[44] Debido a esta idea surgida en la tecnociencia de la bioinformática, consideramos que los imaginarios contemporáneos pueden ser vistos como "realidades virtuales" capaces de producir "mundos virtuales", interactuando con las formas tradicionales de representación como la lengua, la escritura, el hipertexto y otras arquitecturas de mediación y representación social.

Así, una de las propiedades de los imaginarios virtuales, como en el caso de los entornos artificiales que la bioinformática describe, es la existencia de una organización de interconexiones entre objetos, resultando de su combinación

[40] Lahoz-Beltra, *Bioinformática*, 38; el autor cita para ello a Nicholas Lavroff, *Virtual Reality Playhouse*, California, Waite Group Press, 1992.
[41] *Idem*.
[42] Philippe Quéau, *Lo virtual. Virtudes y vértigos*, Barcelona, Paidós, 1995.
[43] *Ibid*., p. 39.
[44] *Idem*.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 405 11/10/16 3:33 PM

con un tipo de entorno o entornos superpuestos. Dentro de este escenario se produce una interconexión de artefactos, objetos, imágenes, significados, conceptos, formas o sonidos, con los cuales estamos contantemente interactuando. No sólo comprendemos el mundo por medio de sistemas tecnológicos como afirma Lash,[45] sino que a través de la existencia de una "organización de interconexiones" como describe Lahoz-Beltra, comprendemos nuestras formas actuales de vivir.

Nuestros estilos de vida operan en esta interfaz (organización de interconexiones), capaz de crear los escenarios virtuales sobre los que nos movemos en el día a día, por ejemplo en el aeropuerto o los supermercados. Para decirlo con Lash: "Con las tecnologías, las formas de vida *se aplanan*",[46] se hacen uno con los sistemas lingüísticos y orgánicos, creando una estructura de interconexiones que no es fácil de distinguir en la vida cotidiana.

Otra característica de los mundos virtuales, que aplica para el caso de los imaginarios en las formas tecnológicas de vida, es la *navegación*. Para definirlo con la bioinformática: "La navegación es la operación simulada por la que una persona tiene la posibilidad de recorrer y explorar el mundo *M,* ya sea dentro de un cierto entorno *Ek* […] o entre entornos".[47] El diseño y la creación de mundos virtuales, así como su propiedad de navegación, constituye una relación compleja entre espacios, dimensiones de objetos, volúmenes, superficies y ensamblajes que operan a *distancia*; es decir, una organización compleja de interconexiones con propiedades de navegación en el ciberespacio.

Para el caso de la descripción de las formas tecnológicas de vida, esta idea de navegación coincide con las "experiencias a distancia" de las que habla Lash.[48] Navegar en un entorno virtual consiste, como dice el autor, en la propiedad de experiencia de interconexión a distancia, toda vez que como parte de la cultura contemporánea operamos en la forma de interfaz humano-máquina: "Opero

[45] Lash, *Crítica de la información*, p. 42.
[46] *Ibid*., p. 43.
[47] *Ibid*., p. 40.
[48] *Idem*.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 406 11/10/16 3:33 PM

como interfaz hombre-máquina –como una forma tecnológica de vida natural– porque debo navegar necesariamente por las formas tecnológicas de la vida social. Como naturaleza tecnológica, debo navegar por la cultura tecnológica. Y la cultura tecnológica existe, constitutivamente, a *distancia*".[49]

De igual modo, hay que decir que las propiedades de interconexión y navegación permiten a los ambientes virtuales dar una mayor "apariencia de realidad". La finalidad de los mundos virtuales, dice Lahoz-Beltra, es la de provocar "un mayor realismo", por eso las texturas, relieves, volúmenes y colores son tan importantes. En el caso de la descripción de los imaginarios virtuales, cuya existencia está relacionada a las propiedades de interconexión y navegación de los mundos artificialmente configurados, diremos que su capacidad de despliegue social está determinada por dos fenómenos empíricamente observables: *1)* la existencia de una *organización compleja de interconexiones*, y *2)* la posibilidad de *navegación y ensamblaje a distancia,* como en el caso de la red global de usuarios de internet y plataformas informatizadas. La red de redes de usuarios de la World Wide Web, funciona bajo el principio de interconexión, navegación e información, y ésta es un caso empíricamente demostrable de formas tecnológicas de vida.

Estas propiedades otorgan a los dispositivos imaginarios virtuales un atributo de realismo, es decir, la apariencia de que el modelo o "realidad" percibida es lo más cercano a un comportamiento biológico, social o lingüístico. Esto sucede, por ejemplo, en el caso de las "computadoras parlantes" que utilizan las personas con discapacidad visual, cuya propiedad de interconexión y navegación otorga al usuario la sensación de que en efecto está interactuando con una persona. ¿Una computadora es una persona real? Evidentemente no en un sentido biológico, pero en un sentido virtual sí lo puede ser; cada vez dependemos más de ellos en su forma de pantallas, sean como módulos de computadoras, laptops, tablets, circuitos de televisión, *smartphones* o espectaculares electrónicos.

[49] Lahoz-Beltra, *Bioinformática*.

Pero, ¿por qué puede ocurrir esto? Según nuestro punto de vista, esto sucede debido a los atributos tecnológicos que tienen los imaginarios actuales para crear "apariencias de realidad", cuyas bioestructuras sintéticas contienen propiedades artefactuales para crear "mayor realismo": aplicaciones para generar hiperrealidad. Cómo podemos calificar entonces la expectativa de generar vida artificial desde la bioinformática sino como un imaginario virtual socialmente construido, en tanto sus propiedades de mundo virtual, en la medida de ser mediáticamente eficiente como dispositivo simbólico moderno. Emmeche describe esta idea como una narración simbólica parecida a los mitos o relatos literarios de la ciencia ficción:

> Se puede considerar a la vida artificial como la realización de un sueño científico por entender, y por lo tanto controlar los procesos vitales en sus propios cimientos. Este sueño tiene notorios antecedentes mitológicos. Basta con mencionar nombres como Frankenstein, el Gólem o Pigmalión, o con pensar en el género de ficción científica. El sueño se pone hoy de manifiesto no sólo en la biotecnología, sino también en el uso del ordenador como una extensión de los sentidos o, como dirían algunos escépticos, su amputación. Que el ordenador se haya convertido en el símbolo de todos los aspectos artificiales de la vida toma una especial significación para el modo en que evaluamos la vida artificial.[50]

El proyecto para rastrear compuestos orgánicos en Marte mediante el vehículo robótico *Curiosity* constituye, en términos mediáticos,[51] un imaginario tecnológico sobre posibles formas de vida biológicas: se trata en principio de una ficción, de una narrativa mediatizada sobre la posibilidad (que no factibilidad) de hallar vida orgánica en una geografía aún desconocida. Lo importante aquí no es si se demuestra empíricamente la existencia de bioestructuras orgánicas

[50] *Idem*.

[51] Para más información sobre las formas mediáticas para publicitar un tipo de innovación como ésta, véase la nota de divulgación científica del *Boletín* UNAM, "Rastreará el vehículo robótico *Curiosity* compuestos orgánicos en Marte". Disponible en http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2011_133.html. Consultado el 6 de marzo de 2011.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 408 11/10/16 3:33 PM

(es teóricamente probable que sí) sino que antes de todo se mediatiza, se publicita y se vende una idea sobre un "mundo posible" fuera de la Tierra. Es decir, se construye un escenario futuro para la exobiología que sólo es posible "gracias" a los avances tecnológicos, aseguran los científicos.[52] Antes de ser factible tecnológicamente hablando, se construye la idea de un futuro posible; es decir, se genera primero una narración fantástica producto de la "imaginación científica" de la que habla Varela,[53] que gracias a la tecnología genera una especie de "amplificador".[54] Emmeche le llama "la biología de lo imposible".[55]

Cuando a través de las redes sociales se genera una percepción respecto a algún hecho o noticia, estamos ante el registro de una representación colectiva y no ante una descripción de la realidad. Lo que ven los científicos en el ordenador cuando codifican el genoma humano es una interfaz gráfica que tiene detrás algoritmos, bases de datos y operaciones. Se trata de simuladores de realidad, de formas de vida simuladas, mediatizadas y artificiales. Todas estas representaciones de las que ha hablado Jean Baudrillard en *Cultura y simulacro,*[56] son formas de mediatización de la realidad: formas de hiperrealismo.

¿En qué sentido entonces se entiende este escenario simbólico donde se desenvuelven las formas tecnológicas de vida como imaginario virtual? Tomando en cuenta que las TIC se han ampliado en la forma de redes globales de información y que los sistemas tecnocientíficos operan fácticamente, la sociedad en que habitamos es del conocimiento y de la información. Las formas tecnológicas de vida se desarrollan dentro de interconexiones simbólicas no sólo del tipo lingüísticas, sino informacionales, digitales y artefactualmente producidas. Las nuevas formas de representación simbólica están condicionadas por los medios de comunicación, las TIC, los simuladores y los agentes artificiales.

[52] Emmeche, pp. 41-45 y 74.
[53] Véase Francisco J. Varela, *Conocer. Las ciencias cognitivas*: *tendencias y perspectivas. Cartografía de las ideas actuales*, Barcelona, Gedisa, 2006, p. 12.
[54] *Ibid*., pp. 12-3.
[55] Emmeche., p. 143.
[56] Jean Baudrillard, *Cultura y simulacro*, Barcelona, Editorial Kairós, 1978.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 409 11/10/16 3:33 PM

Artificialidad, mediatización, digitalización y simulación son los nuevos códigos para definir los imaginarios colectivos en una era de alta tecnología. Nuestro acceso a la realidad ya no sólo está mediado por el lenguaje, como demostró la hermenéutica filosófica del siglo XIX y XX (y el estructuralismo lingüístico de Saussure),[57] o por las representaciones del lenguaje científico, sino por estructuras informacionales, virtuales y mediáticas. Pasamos de estructuras lingüísticas como mecanismos para representar con sentido y significado el mundo, a estructuras de información/comunicación que simulan la realidad, otorgando a las relaciones sociales nuevas formas de mediación simbólica.

Las formas simbólicas descritas por Cassirer para la comprensión antropológica de la vida humana, por ejemplo, coexisten en la actualidad con representaciones tecnológicas digitalizadas.[58] Se fusionan con ellas y se trasponen unas sobre otras. No quiere decir que las estructuras lingüísticas y simbólicas hayan mutado de forma radical, sino que aparecen nuevos códigos de comunicación y distintos esquemas de imaginación para otorgar sentido al mundo. Las estructuras simbólicas y lingüísticas, según lo dicho hasta ahora, sufren una metamorfosis mediática de consecuencias aún desconocidas. Imaginamos el mundo, representamos la realidad y otorgamos significado a las cosas, en una interfaz tecnológica, cuya dimensión artefactual nos aproxima cada vez más a la "realidad virtual", a las formas de vida "simuladas en el ordenador".

Esto es así, como dice Francisco Varela en su análisis de la relación entre cognición, inteligencia artificial y ciencia, debido a que "el conocimiento se ha ligado tangiblemente a una tecnología que *transforma* las prácticas sociales que lo posibilitaron: la inteligencia artificial constituye el ejemplo más visible. La tecnología, entre otras cosas, actúa como un amplificador".[59] ¿Qué ha ocurrido entonces con las experiencias sociales, con las formas simbólicas de

[57] Véase el texto clásico de Ferdinand de Saussure, sobre todo el capítulo "Naturaleza del signo lingüístico", F. de Saussure, *Curso de lingüística general*, México, Fontamara, 1987.

[58] Véase Ernst Cassirer, *La filosofía de las formas simbólicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971. Se puede consultar también E. Cassirer, *Antropología filosófica*, México, Fondo de Cultura Económica, 1977.

[59] Varela, *Conocer*, p. 13.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 410 11/10/16 3:33 PM

representación o con las funciones de imaginación de la mente en una era de alta tecnología? Para decirlo con el autor: "A través de la tecnología, la exploración científica de la mente brinda a la sociedad un inadvertido espejo de sí misma que trasciende el círculo del filósofo, el psicólogo o el pensador".[60]

Este universo del conocimiento que tiene la sociedad sobre sí misma, gracias a la relación entre cognición, mundo, ciencia y tecnología, es parte del imaginario virtual del que hemos hablado en extenso. Para el caso de Varela, este mundo virtual informatizado es un resultado emergente de los procesos cognitivos y no necesariamente una entidad que sustituye la estructura del conocimiento. En cierto punto estamos de acuerdo con esta idea ya que el imaginario virtual de las formas tecnológicas de vida representa una interfaz, un espacio de segundo orden, por tanto su configuración pertenece, como señala Varela para el caso de la información, a un "orden emergente de las actividades cognitivas".[61]

En análisis de lo social, Baudrillard describe con precisión esta idea cuando refiere la mediatización de la guerra a través de la televisión como una forma de espectáculo. Cuando una noticia o un hecho noticioso se exhibe a través de medios electrónicos se pierde el referente, se reconstruye un "hecho" en función de los códigos de información de las empresas multimediáticas; de tal forma que lo que se nos presenta no es la realidad sino una simulación de la misma, por efectos de la mediatización: hiperrealidad, algo más cercano al cine, al show o al espectáculo. Estas formas de "hiperrealismo" y "simulación", dice el autor, son el producto de una síntesis de modelos combinatorios en un hiperespacio sin atmósfera,[62] es decir, en un espacio informacional que sólo comprenden los usuarios de medios que, en nuestra consideración, habitan formas tecnológicas.

Esta imagen está bastante bien anclada a la idea de Claus Emmeche respecto a las formas de vida simuladas por los ordenadores. En su capítulo,

[60] *Idem*.
[61] *Ibid*., p. 15.
[62] Baudrillard, *Cultura*, p. 5.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 411 11/10/16 3:33 PM

"Crecimiento artificial y evolución",[63] el biólogo describe los logros obtenidos en inteligencia artificial y bioartificialidad gracias a las TIC. Descritas como "el poder informático", el autor explica la relevancia social de las computadoras y la informática, debido a su capacidad de "construir imágenes",[64] en un tiempo simultáneo de operación algorítmica, cálculo y programación. Se trata de paisajes matemáticos, desplegados en una pantalla que "enmascara los microprocesadores que manipulan los números".[65]

Para el también científico cognitivista, los ordenadores, y en general las tecnologías de la información, se han convertido en herramientas de observación y simulación de la realidad. Esta misma idea es para Baudrillard: "Una suplantación de lo real por los signos de lo real, es decir, de una operación de disuasión de todo proceso real por su doble operativo, máquina de índole reproductiva, programática".[66] A decir de Emmeche: "Se ha descubierto una profusión de sorprendentes estructuras que 20 años atrás eran imposibles de imaginar sin el poder informático y la capacidad de construir imágenes del ordenador".[67] Tanto Baudrillard como Emmeche (de alguna manera Varela), desde horizontes distintos por supuesto, coinciden en este diagnóstico de la simulación, su relevancia radica en su propiedad para ofrecernos una estructura mediatizada de comprensión de lo natural.

¿De qué nos está hablando la inteligencia artificial y, en general, las nuevas ciencias cognitivas? Desde nuestro punto de vista, lo que se intenta mostrar es la posibilidad de construir, informacionalmente, formas de vida artificial. No son representaciones de la realidad, conceptos o imágenes que modelan el ambiente a través de teorías o esquemas, se trata de algo distinto y de dimensiones aún no suficientemente estudiadas. En nuestra consideración, y ésa es una de las tesis centrales de este trabajo, las formas tecnológicas de vida generan

63 Emmeche, *Vida simulada*, pp. 82 y ss.
64 *Idem*.
65 *Idem*.
66 Baudrillard, *Cultura*, p. 7.
67 Emmeche, *Vida simulada*, pp. 82 y ss.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 412 11/10/16 3:33 PM

imaginarios virtuales gracias al "poder informático" del que habla Emmeche, capaz de crear bioestructuras, entornos bioartefactuales sin referentes reales. A eso nos referimos con la idea de imaginario virtual: a las representaciones simbólicas de segundo orden con un carácter informático, capaces de crear un mundo sintético de vida artificial (Emmeche) simulada a través de una interfaz de tecnologías, artefactos, operaciones e imágenes que se fusionan con nuestras funciones cognitivas básicas (la percepción, la representación o la imaginación). El mejor ejemplo de ello son las realidades virtuales, los simuladores y los ambientes artificiales.

Estos imaginarios artificiales generan universos simbólicos y comunicativos nuevos. Por ejemplo, los juegos de video, los interactivos en la red, los distintos tipos del viejo "second life" donde las personas interactúan en la red con otros usuarios sin jamás conocerse físicamente, creando relaciones emocionales capaces de disparar comportamientos insospechados. A través de construirse un perfil, ficticio por supuesto, el usuario puede construir una vida pública que de ninguna forma se corresponde con la privada. De hecho, la mayoría de los usuarios de las redes sociales se ocultan tras un "avatar" o personaje simulado.

Pero, ¿en qué consiste el éxito de estos imaginarios artificiales que desarrollan las formas tecnológicas de vida? ¿A qué se debe que los biotecnólogos, los genetistas, los bioinformáticos o los que simulan sistemas biológicos en laboratorios de informática, depositen su confianza en estructuras de vida sintética? ¿Cuál es la diferencia entre los científicos que diseñan vida artificial, los operadores en red de las bolsas de valores que trabajan con capital especulativo y los internautas?

Respecto a la primera pregunta diremos con Emmeche que el triunfo de los simuladores, y en general de las formas de simulación de la vida, se debe al poder informático, capaz de generar mundos posibles: "Podemos observar universos de formas completamente nuevas, incluyendo 'formas de vida' de bioestructuras sintéticas que pueden comportarse como hormigas, plantas, células y otros seres vivientes".[68] Estas representaciones simbólicas se instalan en

[68] *Idem.*

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 413 11/10/16 3:33 PM

nuestro mundo cotidiano en la forma de imágenes de televisión, noticias en la red, interconexiones por redes sociales o tránsito de datos e información "científica". A decir del autor, las redes de imágenes informáticamente producidas significan "el mundo de lo posible, un mundo sintético de vida artificial que, a pesar de su artificialidad, debe conformarse a las leyes universales de la autoorganización y la evolución".[69]

Respecto a la segunda consideración, podemos señalar que una interpretación como la nuestra no es significativa para los investigadores en vida artificial, en tanto ellos mismos viven dentro de ese escenario. Si es real o no lo que proyectan los ordenadores no es importante, si tiene referentes orgánicos tampoco significa algo mayor. Para los tecnólogos en general, las formas tecnológicas de vida son pautas de interacción natural. Su naturaleza es vivir dentro de lo que Broncano llama "mundos artificiales".[70]

Un cuestionamiento sobre la realidad o veracidad de los símbolos e imágenes informáticas no tiene sentido, toda vez que, como señala Emmeche: "Es precisamente así como el estudio de la vida artificial puede ayudar a proveernos de una descripción más completa de las leyes generales que se aplican a los sistemas complejos".[71] Entonces, ¿existe alguna diferencia entre los bioinformáticos, los especuladores y los usuarios de las redes sociales? La respuesta es no: todos confían en esa nueva entidad cuasi sagrada que llamamos tecnologías de la información y la comunicación. Emmeche describe de la siguiente manera esta idea:

> El ordenador es una herramienta y un medio. Como otras herramientas, incrementa nuestro control sobre lo que rodea y al mismo tiempo nos aleja de la naturaleza, nos aliena. Ahora bien, la clase de naturaleza controlada por el ordenador no es tanto la naturaleza primaria como una segunda naturaleza mediatizada: los símbolos, el lenguaje y el resto del universo humano de los signos. Es aquí

[69] *Ibid*., p. 83.

[70] Véase más en Fernando Broncano, *Mundos artificiales. Filosofía del cambio tecnológico*, México-Buenos Aires-Barcelona, Paidós/UNAM, 2000.

[71] Emmeche, *Vida simulada*, p. 84.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 414 11/10/16 3:33 PM

> donde el ordenador se revela como un medio. Es un medio para la comunicación, simulación y juegos de todas clases, incluyendo los juegos científicos, lógicos y matemáticos del lenguaje. Como otros medios, el ordenador tiene también una dualidad social indeterminada, al aumentar nuestras posibilidades de contacto y al mismo tiempo alienarnos a unos de otros [...] Está entretejido con otras tecnologías de información y con posibilidades para el mal uso del poder y el control de las relaciones humanas. El ordenador se ha convertido en un símbolo cultural con tantos significados que es casi imposible enfrentar sus productos sin un prejuicio innato. En el cisma entra la racionalidad calculadora y orientada hacia metas del Sistema y la sensualidad cargada de valores de la vida diaria, el ordenador pertenece claramente al Sistema.[72]

CONSIDERACIONES FINALES: LA FENOMENOLOGÍA DE LOS BIOARTEFACTOS

Consideramos que los bioartefactos informacionales, entendidos aquí como formas tecnológicas de vida, operan en tres niveles analíticamente distinguibles. En un *plano ontológico* se comportan como estructuras sociales duraderas, configurando el escenario material y simbólico donde transcurren las dinámicas de interacción social. En este ámbito, las formas tecnológicas de vida constituyen una tercera naturaleza que se despliega junto a la vida orgánica y física, así como las distintas formas de lenguaje. Las metrópolis inteligentes, las tecnologías de la información que permiten producir conocimiento, las biotecnologías o los ecosistemas artificiales, son ejemplos de ello.

En un *nivel fenomenológico* funcionan como interfases y formas de mediación, en tanto se expresan en el escenario de imaginarios artificiales. Constituyen lo que en fenomenología se conoce como el "mundo de la vida" que damos por sentado, en cuyas estructuras se desarrollan las experiencias colectivas, la

[72] *Ibid*., pp. 144-145.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 415 11/10/16 3:33 PM

intersubjetividad y la producción de significados. En este sentido, las formas tecnológicas de vida constituyen los acervos de conocimiento a mano de los que habla Schütz al referirse, con Husserl, al conjunto de experiencias socialmente configuradas, institucionalizadas y sedimentadas en el espacio-tiempo.

Se trata de interfaces que componen nuestro mundo de experiencia vital y cotidiano, capaces de vincular la relación compleja entre el cerebro, el cuerpo y los estados mentales, respecto a los artefactos, el entorno social y el ambiente. Desde este punto de vista la noción fenomenológica de "mundo" (descrita por una amplia literatura filosófica y científica que va de Husserl hasta Habermas, y retomado en los análisis de las ciencias cognitivas como en el caso de Francisco Varela y Andy Clark) puede entenderse como mundos tecnológicos de vida cotidiana.[73] Las redes sociales, las comunidades científicas que comparten conocimiento a través de las tecnologías de la información y la comunicación, la inteligencia artificial, los simuladores, la vida artificial, así como los androides de última generación son expresión de lo mencionado.

En el *ámbito antropológico* las formas tecnológicas de vida son capaces de representar, por lo menos en el campo de la teoría de la evolución humana y en la ciencia-ficción, la idea de un trayecto antropológico que describe la forma en cómo los humanos nos hemos adaptado sirviéndonos de técnicas simples y de tecnologías muy complejas en la actualidad. Esta narrativa, elaborada tanto por filósofos, sociobiólogos o primatólogos, enuncia un componente de la evolución cultural como artificialmente modificada, a tal punto que se vuelve plausible una descripción de lo humano con la metáfora del *cyborg* o el "hombre postorgánico",[74] consagradas en las imágenes de las teorías poshu-

[73] Véase Andy Clark, *Estar ahí. Cerebro, cuerpo y mundo en la nueva ciencia cognitiva*, Barcelona, Paidós, 1999, por considerarlo un enfoque de tendencia fenomenológica para el análisis actual de la cognición.

[74] Un texto referente en este campo es el ya clásico expuesto por Donna Haraway, *Ciencia, cyborgs y mujeres. La reinvención de la naturaleza*, Madrid, Tecnos, 1995; otro texto referencial es el de Andy Clark, *Natural-Born Cyborgs*: *Mind, Technologies and the Future of Human*, Oxford, Oxford University Press, 2003; en el mundo iberoamericano existen trabajos ampliamente recomendables como el de Paula Sibila, *El hombre postorgánico. Cuerpo, subjetividad y tecnologías digitales*, México, Fondo de Cultura

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 416 11/10/16 3:33 PM

manistas.[75] El movimiento poshumanista, el diseño de prótesis humanas, las tecnologías incorporadas a personas con cierta discapacidad, la robótica, las investigaciones sobre el código genético, la bioartificialidad o los experimentos sobre eugenesia son ejemplos de este plano en el que se desarrollan las formas tecnológicas de vida.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, Teresa, *Ontología cyborg. El cuerpo en la nueva sociedad tecnológica*, Barcelona, Gedisa, 2008.

Barbano, Filippo, *Estructuralismo y sociología*, Buenos Aires, Nueva Visión, 1987.

Baudrillard, Jean, *Cultura y simulacro*, Barcelona, Kairós, 1978.

Berger, Peter y Thomas Luckmann, *La construcción social de la realidad*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 1968.

Bernal, John Desmond, *La ciencia en la historia*, México, UNAM/Nueva Imagen, 1979.

Bloor, David, *Conocimiento e imaginario social*, Barcelona, Gedisa, 1998.

Boletín UNAM, "Rastreará el vehículo robótico *Curiosity* compuestos orgánicos en Marte". Disponible en http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2011_133.html. Consultado el 6 de marzo de 2011.

Broncano, Fernando. *Mundos artificiales. Filosofía del cambio tecnológico*, México-Buenos Aires-Barcelona, Paidós/UNAM, 2000.

Cassirer, Ernst, *Antropología filosófica*, México, Fondo de Cultura Económica, 1977.

———, *La filosofía de las formas simbólicas*, México, Fondo de Cultura Económica, 1971.

Castoriadis, Cornelius, *La institución imaginaria de la sociedad. El imaginario social y la institución*, Barcelona, Tusquets, 1989.

Económica, 2005, así como el de Teresa Aguilar, *Ontología cyborg. El cuerpo en la nueva sociedad tecnológica*, Barcelona, Gedisa, 2008.

[75] A decir de Teresa Aguilar, por lo menos desde una descripción conceptual, el término *poshumano* se usó por primera vez en 1966 por el bioquímico Malvin Klein, al referirse a las formas de vida en otros planetas. Véase Aguilar, *Ontología cyborg*, p. 15.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 417 11/10/16 3:33 PM

Clark, Andy, *Estar ahí. Cerebro, cuerpo y mundo en la nueva ciencia cognitiva*, Barcelona, Paidós, 1999.

———, *Natural-Born Cyborgs: Mind, Technologies and the Future of Human*, Oxford, Oxford University Press, 2003.

Durand, Gilbert, *Las estructuras antropológicas del imaginario*, México, Fondo de Cultura Económica, 2004.

———, *La imaginación simbólica*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 2000.

Echeverría, Javier, *Los señores del aire: Telépolis y el Tercer Entorno*, Barcelona, Destino, 1999.

Emmeche, Claus, *Vida simulada en el ordenador. La nueva ciencia de la inteligencia artificial*, Barcelona, Gedisa, 1998.

Foucault, Michel, *Vigilar y castigar*, México-Buenos Aires, Siglo XXI, 1999.

García Aguilar, Teresa, *Ontología cyborg. El cuerpo en la nueva sociedad tecnológica*, Barcelona, Gedisa, 2008.

Giddens, Anthony, *Consecuencias de la modernidad*, Madrid, Alianza Editorial, 1994.

———, *Modernidad e identidad del yo. El yo y la sociedad en la época contemporánea*, Barcelona, Península, 1997.

Habermas, Jürgen, *Conocimiento e interés*, Madrid, Taurus, 1992.

Haraway, Donna, *Ciencia, cyborgs y mujeres. La reinvención de la naturaleza*. Madrid, Tecnos, 1995.

Haugeland, John, *La inteligencia artificial*, México, Siglo XXI, 2001.

Husserl, Edmund, *Invitación a la fenomenología*, Barcelona, Paidós/ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona, 1992.

Kitcher, Philip, *El avance de la ciencia*, México, IIF-UNAM, 2001.

Lahoz-Beltra, Rafael, *Bioinformática. Simulación, vida artificial e inteligencia artificial*, Madrid, Ediciones Díaz de Santos, 2004.

Lash, Scott, *Crítica de la información*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 2005.

Lavroff, Nicholas, *Virtual Reality Playhouse*, California, Waite Group Press, 1992.

Merton, Robert, *Teoría y estructura sociales*, México, Fondo de Cultura Económica, 1992.

McLuhan, Marshall, *La aldea global, Barcelona*, Gedisa, 1990.

Olivé, León, *Conocimiento, sociedad y realidad: Problemas del análisis social del conocimiento y del realismo científico*, México, Fondo de Cultura Económica, 1988.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 418 11/10/16 3:33 PM

Parsons, Talcott, *Hacia una teoría de la acción*, Buenos Aires, Kapelusz, 1978.
Putnam, Hilary, *Las mil caras del realismo*, Barcelona, Paidós, 1994.
Quéau, Philippe, *Lo virtual. Virtudes y vértigos*, Barcelona, Paidós, 1995.
Saussure, Ferdinand de, *Curso de lingüística general*, México, Fontamara, 1987.
Schutz, Alfred, *La fenomenología del mundo social*, Buenos Aires, Paidós, 1972.
Varela, Francisco J., *Conocer*, *Las ciencias cognitivas: tendencias y perspectivas. Cartografía de las ideas actuales*, Barcelona, Gedisa, 2005.
Weber, Max, *Economía y sociedad*, México, Fondo de Cultura Económica, 1944.
———, *La ética protestante y el espíritu del capitalismo*, Buenos Aires, Diez, 1975.
Winner, Langdon, *La ballena y el reactor. Una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología*, Gedisa, Barcelona, 1987.
Wolfram, Stephen, *Theory and Applications of Cellular Automata*, Singapur, World Scientific, 1986.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 419 11/10/16 3:33 PM

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 420 11/10/16 3:33 PM

RETRATO SIN ROSTRO. CONSIDERACIONES SOBRE LA REPRESENTACIÓN DE LA IDENTIDAD DEL CUERPO BIOTECNOLÓGICO

*Sebastián Lomelí Bravo**

El retrato moderno está vinculado a la idea de singularidad de las personas o, mejor dicho, a la visualización y respeto de esta singularidad. Podría decirse que dicha unión es una constante, y no sólo una relación contingente, y que de hecho sólo gracias al postulado de la unicidad del individuo humano es posible que el retrato se haya desarrollado como una práctica mimética; sólo porque se pretende representar a alguien preciso es que se vuelve necesario que el resultado se le parezca. Una imagen con la que no se puede establecer parecidos relevantes, no lograría alcanzar el estatuto de un retrato bien logrado. Un retrato sería, por tanto, una representación esmerada en generar una imagen que luzca como esta o aquella persona. ¿Acaso podría decirse que se ha omitido algo importante para caracterizar estos ejercicios plásticos?

Una segunda mirada sobre la multitud y diversidad de retratos deja claro que esta idea intuitiva oscurece mucho más las condiciones desde las que se producen los retratos, y que sólo ofrece una luz transversal, apenas suficiente como para iniciar un cuestionamiento riguroso. En principio, cabe recordar que la supuesta naturalidad de los rostros que aparecen en las imágenes no ha sido el objetivo de toda representación; la tradición del arte del retrato incluye también la hibridación de los rasgos de los modelos con las formas idealizadas del clasicismo,[1] e incluso pueden encontrarse retratos que anulan del todo la

* FFyL y FES Acatlán-UNAM.

1 A esto es a lo que se refiere Winckelmann cuando al estudiar la imitación de las obras grecolatinas afirma: "Pero la ley 'hacer a las personas similares y al mismo tiempo más bellas' siempre fue la ley suprema que los artistas griegos reconocían por encima de ellos, y presupone necesariamente el propósito por parte del maestro de tomar en

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 421 11/10/16 3:33 PM

singularidad del individuo y sólo conservan su estatuto político gracias a las ropas y símbolos que los acompañan.

Podría insistirse, sin embargo, que lo propiamente moderno de los retratos sería la supresión gradual de la idealización de los rasgos en favor de un rostro cada vez más natural. El artificio del embellecimiento mediante el canon griego sería un límite a superar, pues en último término entraría en contradicción con la idea de singularidad engendrada en la modernidad: el individuo no puede ser reducido a una comunidad, y toda sustitución entre individuos es una supresión de su valor y con ello también de la relevancia de preservar su personalidad en una imagen.

Sin embargo, y para desmantelar el sentido común, debemos dejar en claro que muy pocas veces tenemos la suerte de comparar un retrato con su modelo, y sin embargo, somos capaces de atribuir a una pintura dicho título: podemos reconocer la singularidad en un cuadro, y no requerimos al modelo para confirmar que de hecho se ha querido representar su singularidad. Esto quiere decir que a pesar de la escasa fidelidad que una pintura podría tener respecto de la apariencia del modelo, en ella estaría integrada cierta retórica que nos convencería de que el conjunto de características representadas pertenece sólo a alguien. Aunque de hecho sólo la fotografía analógica nos garantizaría que los rasgos reconocibles en la imagen fotográfica realmente pertenecieron a una persona, es aquí, en el retrato pintado o dibujado, en donde la cuestión eludida en las líneas esbozadas arriba se vuelve más clara, pues representar la singularidad de un individuo no implica copiar su rostro, sino hacer visible su psique; pintar la subjetividad y no su mera objetividad. Por ello los retratistas, y en general los pintores, desarrollaron una serie de técnicas y observaciones que convierten al retrato en un montaje. Consideremos, siguiendo a Barthes,[2] el gesto,

consideración una naturaleza más bella y perfecta. […] La belleza sensible dio al artista la bella naturaleza; la belleza ideal los rasgos sublimes: de aquella tomó lo humano, de ésta lo divino". Johann Joachim Winckelmann, *Reflexiones sobre la imitación de las obras griegas en la pintura y la escultura*, trad., intro. y notas de Salvador Mas, México, Fondo de Cultura Económica, 2008, p. 84.

2 Confróntese con Roland Barthes, *S/Z*, Buenos Aires, Siglo xxi, 2004, p. 51.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 422 11/10/16 3:33 PM

el tono de piel y la postura, la ropa y fondo de la pintura; todos son códigos superpuestos que, al cruzarse, generan el efecto de una persona específica.[3]

Las estrategias para codificar la personalidad están acompañadas de una capa aún más sutil, pero no por ello con menores implicaciones: el cuerpo y sus formas son vistos, clasificados racialmente y comprendidos psicológicamente. Pintores como Charles le Brun hicieron explícita esta suposición al realizar comparaciones entre las características psicológicas y los rasgos de los animales con los que usualmente se les identifica, por ejemplo, la agresividad propia de las aves de presa y la nariz aguileña, o la astucia siniestra de un rostro afilado como el del mapache. Asimismo, el desarrollo de la frenología y la criminología establecieron una normatividad de la apariencia que impactó la cultura y la representación del rostro humano. Suzanne Anker y Dorothy Nelkin proponen como ejemplo las esculturas caricaturescas de Honré-Victorin Daumier y la joven bailarina de bronce de Degas. Éste último parece haber excavado en los textos de criminología de Lombroso para crear la cara "animalesca" de la clase trabajadora.[4]

En resumen, el retrato no es un ejercicio mimético, sino un esfuerzo para presentar los códigos que sitúan a un individuo en su singularidad. Pero esto significa que no se trata de una imagen inmediata, sino que ha sido construida desde prejuicios acerca del cuerpo y la psique humana. De tal suerte que la imagen resultante parece una persona, porque ha sido codificada como tal.[5]

[3] El caso límite de esta retórica del retrato la podemos encontrar en el género *tronie* de la pintura flamenca. Estos cuasi retratos presentan bustos de personajes ataviados con disfraces o elementos exagerados, así como gestos particularmente marcados, en ello se habla sólo del carácter, de una suerte de personalidad, pero no se pretende denotar necesariamente a alguna persona específica.

[4] Suzanne Anker y Dorothy Nelkin, *The Molecular Gaze. Art in the Genetic Age*, Nueva York, Cold Spring Harbor Laboratory, 2004, p. 14.

[5] Sólo en tanto consideremos que el retrato es la configuración de una singularidad determinada por un código, es que podemos entender cómo es que durante las Vanguardias se haya vuelto abstracto. Es decir, sólo en un contexto en el que la idea del individuo entró en crisis es que se entiende que la imagen no contenga los rasgos faciales y criterios con los que la persona habría sido identificada a simple vista.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 423 11/10/16 3:33 PM

Es importante establecer que la representación pictórica no es la única sometida a la determinación cultural. A pesar de la mecanización de la mirada, la fotografía nunca es objetiva. Por un lado, la selección de aquello que ha de fotografiarse establece una mediación que puede ser analizada desde el marco crítico que nos aporta la discusión sobre las prácticas de producción (técnica y métodos), consumo y circulación de imágenes; por otro, y como menciona Barthes, si nos situamos en el retrato fotográfico, también deben de asumirse por lo menos cuatro imaginarios en juego: aquello que el modelo cree de sí mismo, lo que espera proyectar, lo que el fotógrafo cree de su modelo y la situación de este último en un contexto de producción de imágenes (artísticas).[6] En estos cruces, el cuerpo fotografiado se encuentra visibilizado por los discursos y códigos de los que hablábamos: tipificación mediante la pertenencia a grupos étnicos, a clases sociales, a cierto género o en consideración a su orientación sexual, salud, entre otras.

Finalmente, es de gran ayuda en este punto recordar una de las tesis que Foucault rescata de la genealogía de Nietzsche para entender la falta de neutralidad de los cuerpos retratados. Para el teórico francés, el sujeto no sólo reproduce "psíquicamente" discursos que nublan su visión, y que actualiza como esquemas de conocimiento, sino que estos se inscriben en el cuerpo del sujeto, y lo producen como un miembro de cierta comunidad. Los hábitos, la estética, la distinción laboral, la exposición a patógenos o a condiciones ambientales específicas moldean los cuerpos, y los hacen ver de modos determinados. Este giro hermenéutico de la comprensión de la salud y la apariencia corporal explica por qué es que la supuesta imagen neutral cambia dependiendo del ojo del fotógrafo, y cómo es que la vida misma se distingue históricamente y pierde su "naturalidad".

Dicho lo anterior, queda desconcertante la desaparición del rostro y la forma humana de los retratos abstractos. ¿Acaso ya no colaboran en el montaje de una singularidad aprovechable para una comunidad? ¿Acaso las marcas deci-

[6] Roland Barthes, *La cámara lúcida. Notas sobre la fotografía*, Barcelona, Paidós, 2006, pp. 42-43.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 424 11/10/16 3:33 PM

sivas de la identidad étnica, social y de género han sido suprimidas o al menos deconstruidas? En las páginas siguientes nos encargaremos de algunos casos límite en los que no sólo la imagen tradicional del ser humano desaparece, sino también los límites corporales desde los que se establece su personalidad.

ABSTRACCIONES DEL CUERPO Y EVANESCENCIA DE LA SUBJETIVIDAD

La comprensión del cuerpo que somos se ha modificado según los procesos de abstracción acelerados por la tecnificación que acompañan los modos de producción y socialización del capitalismo reciente. Como ha señalado Sven Lütticken,[7] el camino de la abstracción implica un alejamiento de las cosas en favor de la información que puede ser extraída de ellas, así como la producción de valor y propiedad privada respecto de estas abstracciones. Esta condición atraviesa la aparición del diseño, las bases de datos, la propiedad intelectual, los perfiles en redes sociales, los modelos económicos y las tecnologías digitales. Pero también implica la producción de fármacos y el cultivo de tejidos "desincorporados" que crecen en laboratorios y la biotecnología.

La aceleración del imaginario digital ha invadido también el terreno de la abstracción conceptual, provocando que varios de los conceptos del humanismo moderno pierdan su legitimidad y abandonen con ello el lugar central en el debate público. Las ideas de identidad, conciencia y naturaleza humana sólo resurgen en contextos conservadores. Nuestro cuerpo comienza a despersonalizarse en direcciones aún no claras, e incluso el debate clásico sobre la vida parece inadecuado: no sólo la teleología implícita en el organicismo vitalista resulta chocante para la ciencia secular divulgada, también la vieja metáfora moderna que identifica al hombre con una máquina resulta imprecisa.

[7] Sven Lütticken, "Viviendo con la abstracción", en *Microhistorias y macromundos* 3, M. Lind (ed.), México, Museo Tamayo/Conaculta, 2011, p. 103.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 425 11/10/16 3:33 PM

El paradigma computacional sustituye la idea de máquina al aportar una nueva separación entre un supuesto *hardware* material y un *software* virtual. Pero esta dicotomía no traduce simplemente el dualismo cartesiano entre mente y alma, pues también se encarna en la misma noción de ser vivo y su código genético; escinde la húmeda materialidad del cuerpo, por un lado, y la información que lo determina, por el otro. Asimismo, permite la ilusión de la desincorporación de la vida, y la equívoca imagen de la inmaterialidad de la genética. Esta nueva "negación de la vida" no es un resultado más de la imposición de una imagen fija de corte platónico, sino la producción de un imaginario acerca de la máxima plasticidad de la vida. Por ello no debería asombrarnos que las metáforas de la desincorporación tecnocientífica se hayan concretado en el deseo de absoluta libertad técnica y la posibilidad de superar la condición finita de los seres humanos. La primera fantasía entre todas ha sido la de suspender el envejecimiento y la putrefacción del cuerpo. Hay quienes, seducidos por una suerte de gnosticismo tecnológico,[8] buscan la supresión de la muerte mediante la conservación de su mente en un soporte inorgánico. Otros, como la empresa tecnológica de Aubrey de Grey y SENS Research Foundation, no se conforman con una mente de silicón, sino que buscan desactivar o "curar" la programación celular responsable del envejecimiento.[9]

A la par de esta inmortalidad tecnológica, aparece el transhumanismo con el ideario de la actualización (*upgrade*) del cuerpo humano mediante prótesis incorporadas y posibles modificaciones genéticas; la máquina que somos

[8] Paula Sibila, *El hombre postorgánico. Cuerpos, subjetividades y tecnologías digitales*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 2010, p. 79.

[9] Es importante destacar que para que este trabajo sea mínimamente verosímil, tuvieron antes que ocurrir dos condiciones: en principio, suponer que en lo esencial el ADN funciona como una serie de comandos que pueden codificarse en cualquier medio disponible y, con ello, suponer un paradigma gencéntrico; en segundo lugar, tienen que asumir las nuevas metáforas informáticas que los estudios del envejecimiento han aportado. Con ello, la imagen mecánica de Weismann acerca del desgaste que agota las funciones y conduce al envejecimiento, ha sido sustituida por el estudio de la muerte programada en las células (apoptosis) gracias a los telómeros y la telomerasa.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 426 11/10/16 3:33 PM

estaría sometida a corto plazo a la obsolescencia de no identificarse los dispositivos que hacen de su torva materialidad una arquitectura abierta y dispuesta a ser aprovechada.[10]

Los nuevos cuerpos de la biotecnología rompen con nuestra noción de identidad, de pertenencia de un cuerpo a un sujeto y de experiencia fenomenológica del cuerpo propio. Sin embargo, estos problemas no han surgido por la supresión de elementos que permitan identificar y distinguir a los individuos. Al contrario, parecería que todo lo dicho hasta aquí permitiría asegurar que poseemos estrategias más refinadas para identificar y disponer de los individuos. Por ello hay que aclarar que esta disolución no es primeramente una crítica radical a la identidad ni propiamente la disolución de la personalidad de un sujeto. Tampoco debería confundirse esta problemática con la crítica a la libertad desde a la determinación genética. Aquí la cuestión no es inicialmente ética ni epistémica, sino estética. Aunque estos procesos de abstracción revolucionen los métodos de conocimiento del cuerpo y sus disposiciones (e incluso puedan prever ciertos problemas morales en determinados contextos), no es posible decir que el resultado visual sea inmediatamente familiar. Todo lo contrario, somos incapaces de reconocernos en las nuevas imágenes de la biotecnología. En otras palabras, no se habla directamente de una confrontación entre conciencia (libre) y causa mecánica, ni de los problemas respecto a la objetividad que surgen de la representación biomédica de un "sujeto". De hecho, la problemática surge e impregna la ética y la moral debido a los modos de visualización de los procesos de cambio y conservación del cuerpo. Y esto se debe a que los elementos de identificación propios de la biotecnología son independientes de las lógicas de semejanza con las que nos hemos familiarizado. Glosando las palabras de Anne Collins Goodyear,[11] se podría decir que estas imágenes carecen de rostros (*deface*), y en cambio son mapas de información

[10] Como ejemplo de estas investigaciones tenemos el trabajo de Ray Kurzweil, Hans Moravec y Marvin Minsky, así como los proyectos desarrollados en la University of Singularity.

[11] Anne Collins Goodyear, "Digitization, Genetics, and the Defacement of Portraiture", *American Art* 23, núm. 2 (2009), pp. 28-33.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 427 11/10/16 3:33 PM

indiscernible para nosotros. Las instancias fenotípicas, e incluso las raciales y sexuales, son indistinguibles. La lógica de la imagen de uno mismo, es decir, del retrato, parece volverse infectiva.[12]

La cuestión aquí, según la perspectiva desde la que está siendo enfocada, implica los modos en los que puede o no integrarse la apariencia que genera la biotecnología al entramado que hacemos de nosotros mismos, es decir, a la identidad y los procesos en los que ésta se reconstruye mediante imágenes.

Para explicarlo mejor creo que debemos tomar en consideración la tesis de Paul Ricoeur sobre la identidad narrativa expuesta en *Sí mismo como otro*. Más allá de considerarla adecuada para pensar los problemas que aquí me ocupan, creo que por lo menos servirá para señalar en dónde surge el problema respecto de las imágenes de la biotecnología y el posible reconocimiento que podríamos tener en ellas.

Recordemos que para el filósofo francés la narrativa explica la manera en la que se logra construir lingüísticamente un "yo" en el que se vincula el cuerpo, el carácter, la perspectiva de la primera persona y la atribución moral. Al contario de las visiones reduccionistas que se debaten entre un "yo mental" y un cuerpo determinado biológicamente, Ricoeur cree haber encontrado una vía intermedia en la que se reconcilia, mediante una estructura discursiva, la existencia objetiva (identidad-*idem*) y la temporalidad existencial en la identidad personal (identidad-*ipse*). Las narraciones, cabe destacar, no sólo generan una historia que daría una unidad al "yo", sino ante todo producen imágenes textuales y dinámicas con las que nos representamos a nosotros mismos y nos presentamos a los demás. En estos relatos se encontrarían los elementos que consideramos fijos y los que pensamos móviles, así como los que asumimos moralmente relevantes y los que nos parecen neutros.[13]

Esta diferencia analítica entre el *qué* (elementos fijos o cosificados de la persona) y el *quién* (atribución moral) ayuda a explicar, o por lo menos a situarnos

[12] Esta idea la tomo de Deborah Dorotinsky, "Portraiture, Limits, Returns", conferencia, ciudad de México, 26 de junio de 2014.

[13] Confróntese con Paul Ricoeur, *Sí mismo como otro*, México, Siglo xxi, 1996, pp. 168-169.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 428 11/10/16 3:33 PM

metodológicamente, en la pregunta por el sentido en el que estas imágenes sin rostro afectan la idea que tenemos de nosotros mismos. Podría estimarse en un principio que la modificación de la biotecnología afectaría la identidad-*idem* (el qué), y sólo en un segundo momento a la identidad-*ipse* (el quién). Esto se debe a que desde la ipseidad (*selfhood*), las ciencias de la vida sólo presentan una nueva determinación causal que tendría que ser asumida por la identidad personal. Con esto quiero decir que la referencia a uno mismo y la cualidad moral (la promesa) de una persona seguirían teniendo que vérselas con la cosificación y las determinaciones "externas". En cambio, si se consideran las modificaciones internas que las ciencias de la vida y sus metodologías provocan en el concepto de cuerpo, tendría que admitirse que sitúan al *qué* de la persona en un nuevo contexto. Sin embargo, esta nueva situación del *qué* es un campo irreconocible, y uno sólo puede vincularse con él de modo impreciso. La prueba de este vínculo general con el cuerpo biotecnológico no la encontramos en la ausencia del tema genético en la narración de nuestra vida. Sino que incluso en los momentos en los que aparece, sólo lo hace de un modo vago. Esto se debe a que la narrativa es una estructura limitada para representar las redes de variables y los procesos propios de la genética. Es claro que alguien puede narrar su vida desde la herencia cromosómica (propensión a enfermedades), e incluso señalar el momento en el que conoció su condición de portador de un virus. Sin embargo, el discurso procesual de la biografía que cada quien hace de sí mismo tendría que devenir código y estructuras diagramáticas si la pretensión fuera apropiarse de modo no reduccionista de su identidad-*idem*. Esencialmente toda narración identitaria permanece abierta, pues no sólo modificamos nuestras historias en vida, sino que además siempre es posible reiterar el esfuerzo por contar más y con mayor detalle. No obstante, aquí no encontraríamos un límite positivo. Aquí la narratividad se topa con una limitación que le podría exigir el devenir "multimedia", es decir, acudir a otras formas de representación y del discurso para poder generar imágenes de la persona.

Ahora bien, si admitimos que nuestras representaciones sobre la objetividad de la existencia humana han sufrido un cambio de esta envergadura, es de

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 429 11/10/16 3:33 PM

esperarse que la comprensión de nuestra visión de la responsabilidad y disposición personales también se viesen afectadas. ¿Cómo asumir un cuerpo que se disuelve en complejas bases de datos? Algo muy parecido se había preguntado Gianni Vattimo en el contexto de las tecnologías digitales en 1989. Para él la tecnociencia y su desarrollo informático comprehendían la experiencia fundamental que resquebrajaba las nociones modernas de subjetividad. En sus palabras:

> El *Ge-Stell* [estructura esencial de la tecnociencia] no ofrece al hombre la posibilidad de perder sus caracteres metafísicos de sujeto porque en el mundo tecnológico se convierta en trabajador de fábrica o en parte de la máquina. Al contrario, y mucho más radicalmente por otra parte, la tecnología informática parece tornar impensable la subjetividad como capacidad individual de poseer y manipular, dentro de la lógica aún metafísica del dominio-servidumbre, la información de cuya coordinación y puesta en comunicación depende el "verdadero" poder en el mundo tardo-moderno. No se trata de la utopía negativa de los robots que se hacen con el dominio del mundo; se trata, de manera más realista, de hacerse cargo de que el intensificarse de la complejidad social, que no se simplifica, sino que se vuelve más intrincado y denso con la tecnología de la información, hace imposible seguir pensando la humanidad en términos de múltiples polos "subjetivos", que caracterizados por sus respectivas autoconciencias y esferas de "poder", estuvieran en pugna unos con otros.[14]

Los dispositivos de representación en biotecnología y las bases de datos sólo profundizan la abstracción reticular que Vattimo ya había señalado. Y la disolución del polo subjetivo sólo exige que vuelva a pensarse entonces cómo es que la modificación de la imagen de cuerpo y las relaciones fácticas (digitalizadas ahora) impactan el modo en el que narramos nuestra vida. ¿Cómo di-

[14] "La crisis de la subjetividad de Nietzsche a Heidegger" de Gianni Vattimo, *Ética de la interpretación*, Barcelona, Paidós, 1991, pp. 141-142.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 430 11/10/16 3:33 PM

reccionamos nuestra responsabilidad? ¿Cómo nos hacemos actores políticos? ¿Cómo navegamos nuestros cuerpos? Usando los términos de Ricoeur, queda pendiente reflexionar cómo es posible un cuidado de sí y la responsabilidad frente a los otros (identidad-*ipse*) en medio de una red compleja, y cómo se conforma el "yo" en esta apertura de múltiples condiciones que desafían los modos (narrativos) de identificación.

Sin embargo, quizá toda la cuestión podría esfumarse a la luz de la verdadera posibilidad de incorporar los procesos celulares en su especificidad a las dinámicas de la identidad. Podría pensarse que no hay apropiación posible de un cuerpo informático o de una corporalidad de laboratorio, y que incluso sólo nos reconocemos marginalmente en nuestros cuerpos; aun afirmando tajantemente "yo soy mi cuerpo", ese "yo" quizá no puede abarcar los innumerables procesos biológicos, de los cuales no tenemos noticia y que sólo entendemos en un nivel macroscópico. Esto querría decir que "mi cuerpo" no dejaría nunca de ser una noción vaga que se resiste a la modificación según los discursos científicos generados alrededor de la vida.

Pero antes de rendirnos ante la imposibilidad de apropiarnos de la biología reticular contemporánea, habrá que añadir a esta duda esos casos en los que los cuerpos de laboratorio se han adelantado, y han presentado ya conflictos identitarios. Estoy pensando en dos ejemplos específicos. Por un lado tenemos a los científicos del laboratorio Strangeways, quienes comenzaron a componer poemas sobre los tejidos humanos que cultivaban, y en un segundo término, están los conflictos legales en torno a la "propiedad intelectual" de las muestras de laboratorio tomadas de pacientes humanos. Al primero de ellos lo podríamos llamar "síntoma", y al segundo "encrucijada". En efecto, los novedosos logros de Strangeways despertaron en los científicos la necesidad de personificar, de hablar e impregnar esas células en cajas Petri de vida humana, y no sólo de vida biológica. Respecto a los conflictos sobre el beneficio monetario de las muestras, puede decirse que hacen evidente que más allá de que uno reconozca o se identifique con esos cuerpos, los procesos sociales exigen una aclaración del sentido en el que "mi cuerpo" puede no ser realmente mío.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 431 11/10/16 3:33 PM

IDENTIDADES E IDENTIFICACIONES

En este contexto encontramos una serie de prácticas artísticas que se apropian la idea del retrato desde las imágenes extremadamente abstractas y, en muchos casos, saturadas de información ilegible para la mayoría del público. Éste es el caso de la serie *The Garden of Delights* de Íñigo Manglano-Ovalle, que consta de 16 impresiones de análisis de ADN (1998) o de la obra *A Genomic Portrait*: *Sir John Sulston* (2001) de Marc Quinn, la cual presenta un marco reflejante que soporta una placa de agar refrigerado que contiene colonias de bacterias que han clonado fragmentos del ADN de Sulston. En ambas piezas surge una paradoja que el mismo Quinn formula: "Lo que me gusta de mi retrato de John Sulston es que, incluso aunque resulte abstracto en términos artísticos, es de hecho el retrato más realista de la Galería [Británica] del Retrato, pues contiene verdaderas instrucciones que permitirían la creación de John. Es un retrato de sus padres, y de todo ancestro que él haya tenido desde el principio de la vida en el universo".[15]

En estas piezas el parecido con el modelo es sustituido por una imagen que no ha intervenido en nuestra vida cotidiana, y que no pertenece a las relaciones interpersonales en las que el retrato tradicional cobra sentido. La imagen ni siquiera surge de nuestra noción de sujeto, ésta ha sido sustituida por los parámetros epistémicos establecidos en el laboratorio de ciencias de la vida, y es justamente por ello que los retratos genéticos se estiman como imágenes realistas. La mediación tecnológica no socava la referencialidad al cuerpo del modelo, sino que la garantiza.

El realismo que defiende Quinn parecería cuestionable, y esto incluso podría fundamentarse desde el modo en el que la National Portrait Gallery habla de su obra. En la página del museo se encuentra el boletín de prensa de la inauguración de la exposición en la que se presentó la pieza. Ahí se dice claramente que la obra de Quinn es el primer retrato enteramente conceptual que ha ad-

[15] National Portrait Gallery (NPG), "Genomic Portrait, Press Call", 2002. Disponible en http://www.npg.org.uk/about/press/genomic-portrait.php.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 432 11/10/16 3:33 PM

quirido la galería.[16] Sin embargo, considero que no se trata en último término de una verdadera oposición. El artista y la galería ni siquiera estarían dando dos interpretaciones distintas. Lo importante de la supuesta contradicción está en que ambos han dicho lo mismo. En efecto, la equivalencia entre la sentencia de la Galería Nacional y la de Quinn ocurre gracias a la consolidación del intercambio entre lo real y lo conceptual-informático.

Por otro lado, una mirada más atenta a la pieza de Quinn deja ver que se trata de un retrato que no sólo opera en un registro científico. La abstracción presentada en la obra está atravesada por el modo en el que se concretó la carrera para obtener el mapa del genoma humano. Sir Sulston fue uno de los principales actores del Proyecto Genoma Humano, el cual sufrió una aceleración orquestada por el juego de medios de Craig Venter. El fundador de la empresa Celera Genomics prometió realizar el mapa en menor tiempo que el Proyecto, y que al final patentaría sus resultados. Al término de la competencia, el mapa que presentó el Proyecto Genoma Humano (libre de derechos) sólo fue esquemático y omitía la variabilidad genética.

Esta vaguedad de la información se encuentra incluida en la obra de Quinn, aunque no necesariamente de modo negativo. La muestra de ADN bien podría ser de cualquiera, y de nadie: si bien el agar enmarcado nos parece imposible de descifrar, el marco espejea el rostro de quienes visitan la galería, de tal suerte que el retrato no sólo representa al investigador, sino a cualquiera. Es decir, mediante la estrategia del espejo, la obra superpone la representación abstracta y la imagen cotidiana que tenemos de nosotros mismos, y con ello pide al espectador que reconozca su propio rostro como la apariencia detrás de la cual se encuentran las bases nitrogenadas.

Sin embargo, la identificación del espectador con el ADN de Sulston sólo es posible a la luz del raquítico vínculo entre el estado de la investigación genética y los imaginarios populares. La velocidad de la carrera por el genoma humano, no sólo evadió muchas preguntas, además de ello generó una serie de metáforas reduccionistas que maquillaban el verdadero alcance científico de los resultados.

[16] NPG, "Genomic Portrait".

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 433 11/10/16 3:33 PM

En otras palabras, la contigüidad entre nuestra imagen y las muestras de ADN no tendrían por qué significar la superposición o incluso la sustitución de la primera por la segunda. Esto sólo es posible por la parafernalia gencéntrica que aseguraba haber encontrado "la escalera de Jacob" o "la verdad sobre la existencia humana". Fuera de esa construcción mediática, parece ser un error, quizá una conclusión apresurada, identificarnos con el retrato de sir John Sulston.

Los objetos e imágenes producidos por las nuevas ciencias de la vida no contienen elementos que pueda leer el ojo entrenado con las imágenes abstractas del arte o de la cultura popular. Y esto no sólo por la escisión entre la ciencia y vida cotidiana, pues aunque nos es familiar la idea de que una imagen tenga una referencia, e incluso que sea índice de un objeto, no por ello somos capaces de reconocer el modo en el que lo indicado y el índice establecen su vínculo; estas imágenes han sido creadas para ser interpretados por programas de computadora especializados, y no para ser reconocidas por el ojo humano. Hay aquí una doble abstracción, a saber, la del objeto y la del lector, y por ello es que la integración de estas visualizaciones en el ámbito extracientífico es siempre parcial, y depende de una descripción entrecortada.

La imposibilidad de leer estas nuevas imágenes, sin embargo, no es estática y no sólo redunda en el triunfo de la abstracción sobre nuestra relación viva con el mundo. El resultado no sólo es la intercambiabilidad indiferente entre el objeto y su índice, ni tampoco es una traducción trivial de la información genética a la información digital. Al contrario, considero que en más de una ocasión la abstracción puede ser reincorporada, o al menos navegada en sentidos críticos o "bastardos".[17] Uno de estos casos proviene de lo que he llamado retratos liminares. En ellos se

[17] Aquí hago referencia al manifiesto ciborg, en donde Haraway señala: "El *cyborg* no reconocería el Jardín del Edén, no está hecho de barro y no puede soñar con volver a convertirse en polvo. Quizás sea por eso por lo que yo quisiera ver si el *cyborg* es capaz de subvertir el apocalipsis de volver al polvo nuclear mediante la compulsión maniaca de nombrar al enemigo. Los *cyborgs* no son reverentes, no recuerdan el cosmos, desconfían del holismo, pero necesitan conectar: parecen tener un sentido natural de la asociación en frentes para la acción política, aunque sin partidos de vanguardia. Su problema principal, por supuesto, es que son los hijos ilegítimos del militarismo y del capitalismo patriarcal, por no mencionar el socialismo de Estado. Pero los bastardos son a menudo infieles a sus orígenes. Sus padres, después de todo, no son esenciales." Donna Haraway, *Ciencia, cyborgs y mujeres*.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 434 11/10/16 3:33 PM

juega el límite de incorporación de una representación (producto) proveniente de un proceso de abstracción. En particular, me interesan aquí dos casos en los que nuestras nociones cotidianas y normalizadas de cuerpo, enfermedad y tiempo han sido subvertidas. En ellas existe un trabajo sobre la tensión entre la condición humana y el devenir no humano, así como entre la completa intercambiabilidad y la máxima singularidad. En efecto, para quien vea estas obras, cualquier persona podría haber sido el modelo de estos retratos. Incluso se tiene que creer a ciegas que las piezas en verdad contienen algún elemento o índice que las vincule con una persona específica, sin embargo, las obras de las que hablaré aquí se las arreglan para insertar estas hiperabstracciones en medio de una relación concreta e íntima. Las obras a las que me refiero son la pieza de Félix González Torres, "*Untitled*" (*Perfect lovers*) de 1991, y la instalación de bioarte de Marta de Menezes, *Immortality for two*.

ABSTRACCIONES-INCORPORACIONES

En el trabajo de Félix González Torres encontramos una exploración de las posibilidades significativas y afectivas que los objetos de la vida cotidiana poseen para hablar de la pérdida y la muerte en el contexto de VIH. En particular, las piezas para Ross Laycock son un duelo activo que conscientemente omite la representación del cuerpo enfermo.[18] El artista cubano no explota la imagen de la degradación del cuerpo, misma que fuera cosificada por el discurso mediático en la década de los noventa.[19] En su lugar, prefiere dirigir la mirada hacia

La reivindicación de la naturaleza, trad. Manuel Talens, pról. a la edición española Jorge Arditi, Fernando García Selgas y Jackie Off, Madrid, Cátedra, 1995, p. 256.

[18] Confróntese con Tina Takemoto, "The Melancholia of AIDS: Interview with Douglas Crimp", *Art Journal* 62, núm. 4 (2003): 88.

[19] Douglas Crimp ha discutido con gran claridad el problema de la representación de las personas seropositivas. Desde el marco crítico brindado por Allan Sekula, señala que las fotografías que han querido ponerle rostro a la epidemia, como las series de Nicholas Nixon y Rosalind Fox Solomon, terminan por tipificar y reproducir los prejuicios: figuras solas, demacradas y esperando la muerte. Véase Douglas Crimp, *Melancholia and Moralism. Essays on* AIDS *and Queer Politics*, Massachusetts, The MIT Press, 2004, pp. 98-100.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 435 11/10/16 3:33 PM

el concepto de desintegración y de ausencia, es decir, el de una desaparición procesual y el del rotundo "no estar más ahí". Como ejemplos de esto se encuentran el par de relojes de *Untitled (Perfect Lovers)*, *It's all for Ross* (1988), *Letter from Felix Gonzalez-Torres to Ross Laycock* (1989), *Untitled* (*Portrait of Ross*) de 1991, el rompecabezas *Untitled* (*Ross and Harry*) del mismo año y, finalmente, la imagen de la cama vacía que fue presentada en anuncios espectaculares en la ciudad de Nueva York.

Me ocupan en particular los relojes de González Torres de *Untitled* porque son una sentencia ambigua: se trata de una declaración de sincronía, de palabras de amor ante la muerte cercana. Son también un gesto melancólico sobre la imposibilidad de morir al mismo tiempo, y una solicitud de incorporación de ese triple tiempo mapeado: la mortalidad, la sincronía carismática del amor, el tiempo desincorporado de la ausencia, y la irónica sincronía para el espectador del estar ausente de ambos, el artista y el modelo.

El proyecto *Immortality for two* también habla del amor, del tiempo, del cuerpo "fuera del cuerpo", y de la inquietante propiedad de las células cancerígenas de perder su límite de replicación. Marta de Menezes y su esposo, el inmunólogo Luís Graça, en colaboración con UNICEL Group y el Instituto de Medicina Molecular, someten muestras de sus propios leucocitos a una técnica biomédica rutinaria para la obtención de líneas celulares inmortales. Estas células suspenderán su proceso de senescencia o degradación debido a que el ADN telomérico mantendrá su tamaño en cada división de los cromosomas. Esto significa que las células manipuladas por Marta y Luís se han vuelto cancerígenas. Por esta razón, el protocolo de seguridad exige que la manipulación se realice de modo cruzado. La reincorporación accidental de estas células devendría en tejido cancerígeno. Debido a que las líneas celulares implicadas provienen de leucocitos, no pueden permanecer juntos, de lo contrario se destruirían mutuamente. Esto, más que conllevar un reto para el *display* final, es un elemento fundamental del sentido de la obra: si bien las líneas celulares son producidas con el fin de que los amantes convivan indeterminadamente, sólo se podrá realizar mediante un paralelismo temporal o sincronía virtual mediante una proyección ampliada y empalmada de las imágenes de microscopia en una mesa.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 436 11/10/16 3:33 PM

Las obras de González Torres y de Marta de Menezes deben ser tratadas como retratos liminares porque exigen de nosotros un reconocimiento límite. No son espejos distorsionados, sino espejos en los que no somos incapaces de reconocernos a pesar de creer que las imágenes presentadas son de hecho una posible representación nuestra. En lugar de abordar el modelo desde su "propia imagen", o incluso desde una abstracción del mismo, son piezas que solicitan la experiencia de reconocerse y reconocer al modelo en objetos que precisamente se muestran como escasamente personales, e incluso desafían su incorporación en la existencia del modelo retratado. No es una representación del individuo en su existencia fáctica, sino la presentación de una experiencia en la que el modelo llega a sus límites como individuo.

Estas imágenes liminares contienen una exigencia de incorporación, es decir, de modificar nuestra comprensión naturalizada (humanista) del cuerpo. Por ello considero que los retratos liminares redundan en la modificación de las políticas del cuerpo. Esto a su vez explica en qué sentido no son retratos miméticos, pues no representan lo que el modelo sea, sino que postulan "programas" de un otro devenir.

Hablar de imágenes liminares que sean relativas a la mismidad dinámica de los sujetos conlleva una perplejidad relativa a la dialéctica del reconocimiento: si en efecto creemos que no puede haber un "yo" si no es frente a un "tú" que pueda ser considerado como su semejante, la imagen liminar antes que un "tú", es una cosa que mantiene sin embargo la prerrogativa de ser aún más cercano que un "tú". Es una cosificación de la subjetividad, pero no desde la materialidad, sino desde la esfera de la abstracción. De este modo, el retrato liminar no despierta las políticas explícitas o tácitas del orden político vigente (por ejemplo, el retrato del monarca, la imagen *kitsch* de un político o la desarticulación dada del yo mediante imágenes en *collage*). En todo caso, quizá pertenece a una política de la promesa, del porvenir como posibilidad abierta.

Lo anterior es particularmente claro cuando se analizan las nociones de enfermedad en las obras de la artista portuguesa y del cubano. La representación no se centra en la afección que sufre alguien en su cuerpo, ni tampoco se critica especialmente a las instituciones médicas y su inscripción en el paciente. En

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 437 11/10/16 3:33 PM

todo caso, hay una crítica a la "demonización" de la enfermedad. Es como si se abandonase el deseo inmediato de señalar lo patológico en la enfermedad, y en cambio se aprovechase la alteración del cuerpo para meditar sobre otras formas de vivir la corporalidad, otras formas más allá del horror del cuerpo que se pudre y de la abyección de la anomalía y la infección.

Como bien ha mostrado Foucault, la salud y la enfermedad tienen un papel fundamental en la superposición entre vida y poder, en tanto los estándares de salud permiten fijar un parámetro de población normal frente a los individuos desviados. El enfermo, por su parte, sirve para producir una imagen de exterioridad o negatividad frente a la que la población puede entenderse como sana, correcta y aceptable. Esta normalización es al mismo tiempo naturalización y tecnificación: la población saludable es establecida como la norma, sin embargo, es regulada por técnicas médicas y reguladoras del trabajo y el tiempo libre. La vida es protegida de modo "negativo" al eliminar todos los elementos que se resisten a su regulación técnica.

Fuera de los espacios clínicos, la praxis farmacológica continúa la patologización del cuerpo humano en pro de una obsesión de restauración propia de un imaginario laboratoril. Antibióticos, analgésicos, antidepresivos, depresivos, antiácidos, antidiarreicos, laxantes, etc., el cuerpo no debe estabilizarse por sí mismo, el cuerpo debe ser refuncionalizado mediante todo tipo de fármacos. Un cuerpo no monitoreado, no controlado, tiende al desorden, a la enfermedad. Como señalamos antes, la noción de cuerpo máquina está mediada actualmente por las nociones de actualización y comandos informáticos: el cuerpo tiene que recibir información para mantenerse sano.

Es aquí en donde entra el análisis de dos de las enfermedades capitales de nuestro tiempo: el VIH/sida y el cáncer. Ambas son enfermedades de una medicina basada en el control. Esto lo digo en referencia al comentario que hace Deleuze a las sociedades disciplinarias de Foucault,[20] para quien el ejercicio de la

[20] Véase Gilles Deleuze, "Postscript on Societies of Control", *October* 59 (1992): 3-7. Disponible en http://links.jstor.org/sici?sici=0162-2870%28199224%2959%3C3%3APOTSOC%3E2.0.CO%3B2-T.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 438 11/10/16 3:33 PM

normalización mediante espacios de encierro (penitenciarias, hospitales, cuarteles y fábricas) comparte ahora el tiempo con una serie de prácticas relativas al paradigma de la información; la regulación se lleva ahora a cabo también mediante la producción de bases de datos, y no sólo por espacios específicos. Esto implica el reforzamiento de la desincorporación de las prácticas culturales: los medios pierden su materialidad en favor del código, el cuerpo no es más que vector de la información genética, y la enfermedad no es más que una consecuencia de la falta de prevención médica realizada mediante fármacos y mediciones detalladas.

Sobre el caso del VIH/sida se ha trabajado mucho, y se ha insistido en cómo es que el cuerpo homosexual-enfermo ha sido reificado con el padecimiento de esta enfermedad, y cómo es que la misma infección ha sido identificada con este cuerpo y los síntomas reconocibles a simple vista (sarcoma de Kaposi, degradación general, efectos colaterales del AZT). El cáncer, por su parte, tiene otra historia completamente diferente: aunque ahora es una obsesión médica y cultural, se trata de una enfermedad que se conoce, por lo menos, desde la Antigüedad, aunque las hipótesis sobre su etiología han variado drásticamente y aún se desconocen muchos de los factores asociados con él. Por ejemplo, mientras que en el siglo XIX se le consideraba el resultado de la vida en las urbes aglomeradas, desde el siglo pasado se le vincula con la propensión genética, los alimentos industrializados e incluso el imaginario popular lo relaciona con la represión de las emociones. Sin embargo, la oscuridad de las causas no han impedido, e incluso ha colaborado, en la inflación del imaginario sobre el cáncer, al grado de cifrarse como el epítome del mal. El trabajo de Susan Sontag en *Enfermedad como metáfora* resulta particularmente revelador al respecto. Ahí mapea los modos de moralizar o "psicologizar" el padecimiento y los múltiples usos de la enfermedad para caracterizar a los enemigos políticos,[21] a los crecimientos sociales indeseados o las ideas subversivas.[22]

[21] Véase Susan Sontag, *Illness as Metaphor*, Nueva York, Farrar, Straus y Giroux, 1978, p. 46.

[22] "El concepto de enfermedad nunca es inocente. Pero se podría argumentar que las metáforas de cáncer son en sí mismas implícitamente genocidas. Ninguna perspectiva política específica parece tener el monopolio de esta metáfora. Trotsky llamó al estalinismo el

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 439 11/10/16 3:33 PM

Sin embargo, existe una coincidencia entre el VIH/sida y el cáncer que valdría la pena subrayar: hay una disociación entre las metáforas y prácticas sociales que generan y la comprensión que tienen de ellas las ciencias médicas contemporáneas. Aunque, como se ha dicho, se analizan desde los paradigmas de la información genética y modelos epidemiológicos, estas enfermedades se construyen también desde imaginarios mucho menos fluidos, en los que se amalgaman las viejas ideas de contaminación y las enfermedades articuladas desde las tecnologías disciplinares del encierro y la exclusión. No sólo pienso aquí en el famoso primer informe sobre el sida, en donde se supuso que la enfermedad tendería a desaparecer por encontrarse ubicada en poblaciones marginadas, es decir, confinada en los guetos. Además de ello encontramos prácticas artísticas vinculadas con imaginarios sacrificiales o sadomasoquistas, que sitúan al cuerpo infectado como centro de purgación del desprecio cultural hacia el cuerpo y la sexualidad. En particular tengo en mente los performances de Ron Athey (*Self Obliteration*). Respecto a las personas enfermas de cáncer, podría afirmarse que son interpretadas como víctima y, por ende, como testigos supervivientes: son territorio invadido que debe ser reconquistado. La fotografía documental muestra las cicatrices de la batalla contra el cáncer y la alegría de la paz del cuerpo mutilado.[23] En otras palabras, aún no hay una reconciliación entre la idea de enfermedades "informáticas" controlables y su comprensión social, lo cual genera la continua propagación de metáforas sobre lo abyecto (exclusión de las personas con VIH/sida y la descripción del tumor como un invasor o "crecimiento aberrante").

cáncer del marxismo; en China en el último año, la Banda de los Cuatro se ha convertido, entre otras cosas, en 'el cáncer de la China'. John Dean explicó el Watergate de Nixon: 'Tenemos un cáncer dentro, en la presidencia, que está creciendo.' La metáfora estándar de las polémicas árabes –oído por los israelíes en la radio todos los días durante los últimos 20 años– es que Israel es 'un cáncer en el corazón del mundo árabe' o 'el cáncer del Medio Oriente', y un oficial con las fuerzas derechistas libanesas cristianas que asedian el campamento de refugiados palestinos de Tal Zaatar en agosto de 1976 llamó al campamento 'un cáncer en el cuerpo del Líbano.'" *Ibid*., 84 (la traducción es mía).

[23] Tómese como ejemplo el *SCAR Project*, que se explica a sí mismo como "una serie de retratos a gran escala de jóvenes sobrevivientes de cáncer de mama tomadas por el

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 440 11/10/16 3:33 PM

La solución a esta tensión la podemos encontrar en el concepto de inmunidad de Roberto Esposito, y para ser más preciso, en la transición de este concepto desde sus límites humanistas hasta su disgregación en los cuerpos ciborg.[24] Para el filósofo italiano, la cuestión biopolítica debe atravesarse, desde la genealogía profunda de las prácticas y discursos de la inmunidad. Aunque presentes en disciplinas tan disímbolas como la teología, el derecho y la biología, existen razones para descubrir una tendencia a superponerse. Uno de los puntos clave del argumento de Esposito es el señalamiento de que las prácticas relativas a la inmunidad sufren un cambio epistémico que las separa del discurso tradicional de la xenofobia, el racismo y el imaginario bélico, a una situación mucho más abierta y complicada. El reconocimiento de esta ruptura se lo debemos al diagnóstico que Donna Haraway realiza respecto de las biotecnologías y las tecnologías informáticas. Con ellas es posible reconocer en qué sentido el cuerpo pierde su unidad personal, y deviene un híbrido entre datos, prótesis, mejoras y simbiosis radical. El sistema inmunológico de un cuerpo cuyas fronteras están mucho más abiertas a lo "otro", debilita las metáforas bélicas y la inflexibilidad de las identidades. Así, la rigidez de tratamiento de las prácticas artísticas sobre el cáncer y el VIH/sida podría ser explicado en gran medida por que critican o se someten a una noción de cuerpo cerrado en sí mismo, que se opone al agente invasor. No han logrado, sin embargo, revisar la idea misma de inmunidad a la que están haciendo referencia. Es decir, no han realizado una geneología de la idea de inmunidad y defensa, en cambio, las han naturalizado.

fotógrafo David Jay. En la superficie [es] una campaña de sensibilización para las mujeres jóvenes, [pero] el mensaje más profundo del proyecto SCAR es uno de humanidad. En última instancia, el proyecto SCAR no se trata de cáncer de mama, sino de la propia condición humana; las imágenes trascienden la enfermedad, iluminando las cicatrices que nos unen a todos". Como puede leerse, aquí se afirma que la amputación del mal, del intruso, reúne al ser humano como una población en riesgo. La "inmunización" es generadora de comunidad. Confróntese con The SCAR Project, "Mission". Disponible en http://www.thescarproject.org/mission/. Modificado por última vez en 2011.

[24] Roberto Esposito, *Inmunitas. Protección y negación de la vida*, trad. L. Padilla López, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 2009, 206-209.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 441 11/10/16 3:33 PM

Éste es el punto en el que debemos preguntar cómo se posicionan las piezas de Marta de Menezes y González Torres frente al cáncer y el VIH/sida, respectivamente: ¿reiteran esta disociación entre conocimiento y metáforas? ¿Traducen esta nueva comprensión de la enfermedad al campo social? ¿Trabajan las metáforas perniciosas acerca de las enfermedades en lo que respecta a la experiencia del enfermo y las prácticas sociales? ¿Son capaces de criticar la comprensión de la enfermedad basada en el control y la información? Estos cuestionamientos sitúan los verdaderos alcances de estas piezas a la luz de las transformaciones de una biopolítica tradicional en la que se naturalizan las ideas políticas (como la de enemigo político), a lo que se ha ido configurando como una biopolítica que naturaliza y desnaturaliza las tecnologías digitales, donde lo artificial y lo natural se superponen, y entiende lo problemático (político, educativo o económico) como un error de codificación.

En el caso de González Torres, la problemática de la incorporación, es decir, del regreso de la pieza a la comprensión de nuestros cuerpos, se da en el horizonte político de la representación del sida y de las personas infectadas. Como ha señalado Douglas Crimp, el tema es completamente político y no se encuentra libre de ambigüedades. Los riesgos oscilan entre la producción de una imagen fóbica (el cuerpo agonizando), y la omisión total de la enfermedad mediante cuerpos en la cima de la salud gracias a los nuevos medicamentos. La obra de González Torres se aleja de esta dicotomía para referirse a la melancolía politizada: se trata de una militancia que no omite el dolor de la pérdida de los amigos y personas amadas, pero que no por ello cae en la reproducción de los estereotipos de decadencia o de la completa omisión de la gravedad de la infección. Se trata de un duelo que justifica la acción política. Sus relojes solicitan que nos ubiquemos en el lugar de la pareja (de Ross y de Félix), pero no desde la imagen culposa del enfermo, sino desde ese peculiar afecto que es la ausencia de la persona amada que se manifiesta en la vida cotidiana. Aquí la abstracción es decisiva: la ausencia de la imagen del cuerpo deja sólo el concepto de la finitud a la luz de una promesa (seguir juntos), y en ello volvemos a nuestra propia finitud o posibilidad de ser infectados, pero sin que ello implique una respuesta negativa en la que se desee conservar solamente la vida

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 442 11/10/16 3:33 PM

(como biopolíticas de la inmunidad). En todo caso, genera una comunidad en la enfermedad y la finitud que contradice los discursos mediáticos y fóbicos.

Por su parte, el autorretrato liminar en *Immortality for two* también excluye las imágenes antropomórficas, e incluso llega al punto de jugar con cuerpos cuyo estatuto ontológico es problemático. La pieza trabaja con las fronteras de lo humano en su definición tradicional: no respeta la temporalidad de la finitud, supera la espacialidad del cuerpo humano (individuación de sistemas), incluso trabaja con células que difieren genéticamente de las células humanas "normales", en suma, las líneas celulares no son del todo humanas, son artefactos epistémicos. Sin embargo, su sentido ha comenzado a incorporarse a espacios fuera de la medicina, pues ya son parte de una narrativa: no son células genéricas usadas en el laboratorio, sino fragmentos del cuerpo, de su cuerpo y del de su esposo.

En *Immortality* no sólo se evitan las imágenes de los rostros, sino que incluso se evita la condición del cuerpo enfermo y las metáforas bélicas de la inmunología que señalan Sontag y Esposito. Las células no están enfermas, están deshumanizadas y sumidas en la abstracción laboratoril.[25] Sólo por esta abstracción es que ha sido posible enrarecer la "narración clínica" que podría situar a la línea inmoral de células como causa del cáncer. Así, los leucocitos han sido desincorporados, dispuestos como medio de investigación y, finalmente, refuncionalizados como medio de significación. En este sentido se interrumpen los discursos médicos y productivos del laboratorio, pero se mantiene la tecnificación de la vida hasta sus últimas funciones: el proceso de la célula ha sido manipulado como si se tratase de una máquina informática, y se ha mejorado (*upgraded*) con una tecnología afín al supuesto informático de la vida. En la obra no queda un residuo de vida que no sea a la vez una forma técnica de vida. Con ello la enfermedad no sólo se ha desincorporado, y por ello despatologizado, también se ha desnaturalizado, o mejor dicho, se ha identificado en gran medida con la técnica que puede replicarla. Sin embargo, en todo

[25] Podría contrastarse con la polémica obra de Kathy High, *Blood Wars* (2010), la cual lleva a cabo una batalla irónica entre los leucocitos de distintas personas, emulando la disputa por el Campeonato Mundial de Fútbol. Véase Vampire Study Group, "Blood Wars", 2010. Disponible en http://vampirestudygroup.com/bloodwars/.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 443 11/10/16 3:33 PM

este proceso de abstracción y funcionalización aparecen residuos de sentido, y es en ellos en donde quiere habitar la pieza: la promesa de amor hecha entre dos personas (Marta y Luis) se disgrega en células que nada saben de sus antiguos "dueños", y con ello establecen la ironía de la metafísica que describía Heidegger: los valores del humanismo –contraparte de la modernidad racionalista– se subvierten al encontrar las posibilidades de su realización efectiva. Como vimos en la cita de Vattimo, el *Ge-stell* no sólo es la expresión más violenta de la metafísica, también es la que degrada su mismo corazón, y lo entrega a la multiplicidad coligada de enlaces y tensiones.

En conclusión, considero que en los casos discutidos se puede descubrir el potencial crítico y político de los retratos liminares en la medida en que han cruzado la frontera del humanismo moderno, y regresan para poner en crisis el modo en el que el cuerpo y la subjetividad se han construido desde las metáforas bélicas de la mano de la construcción y abyección del cuerpo enfermo. Sin embargo, si bien las piezas de González Torres logran criticar la cosificación de los enfermos de VIH/sida y las tecnologías de la información (mediatización de la epidemia), la obra de Marta de Menezes deja intacta la cuestión de la biotecnología a pesar de encontrarse justo en el espacio en donde tensa la confrontación con las metáforas entorno al sistema inmunológico que tanto preocupan a la biopolítica. Esta ausencia deja abierta la cuestión de las posibilidades que el poshumanismo y las prácticas artísticas podrían tener para comentar los límites de los cuerpos biotecnológicos y la pregnancia informática.

BIBLIOGRAFÍA

Anker, Suzanne, y Dorothy Nelkin, *The Molecular Gaze. Art in the Genetic Age*, Nueva York, Cold Spring Harbor Laboratory, 2004.

Barthes, Roland, *La cámara lúcida. Notas sobre la fotografía*, Barcelona, Paidós, 2006.

———, S/Z. traducido por Nicolás Rosa, Buenos Aires, Siglo XXI, 2004.

Collins Goodyear, Anne, "Digitization, Genetics, and the Defacement of Portraiture", *American Art* 23, núm. 2 (2009) , pp. 28-31.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 444 11/10/16 3:33 PM

Crimp, Douglas, *Melancholia and Moralism. Essays on AIDS and Queer Politics*, Cambridge, The MIT Press, 2004.

Deleuze, Gilles, "Postscript on Societies of Control" , October 59 (1992), pp. 3-7. Disponible en http://links.jstor.org/sici?sici=0162-2870%28199224%2959%-3C3%3APOTSOC%3E2.0.CO%3B2-T.

Dorotinsky, Deborah, "Portraiture, Limits, Returns", conferencia, Ciudad de México, 26 de junio de 2014.

Esposito, Roberto, *Inmunitas. Protección y negación de la vida*, Buenos Aires, Amorrortu Editores, 2009.

Haraway, Donna, *Ciencia, cyborgs y mujeres. La reivindicación de la naturaleza*. prólogo a la edición española de Jorge Arditi, Fernando García Selgas y Jackie Off, Madrid, Cátedra-Universitat de Valencia/Instituto de la Mujer, 1995.

Lütticken, Sven, "Viviendo con la abstracción", en Maria Lind (ed.), *Microhistorias y macromundos* 3, México, Museo Tamayo/Conaculta, 2011, pp. 91-111.

National Portrait Gallery, "Genomic Portrait, Press Call", 2002. Disponible en http://www.npg.org.uk/about/press/genomic-portrait.php.

Ricoeur, Paul, *Sí mismo como otro*, México, Siglo XXI, 1996.

Sibila, Paula, *El hombre postorgánico. Cuerpos, subjetividades y tecnologías digitales*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica, 2010.

Sontag, Susan, *Illness as Metaphor*, Nueva York, Farrar-Straus and Giroux, 1978.

Takemoto, Tina, "The Melancholia of AIDS: Interview with Douglas Crimp", *Art Journal* 62, núm. 4 (2003), pp. 80-90. Disponible en http://labs.jstor.org/demo/content/10.1086/678151

The SCAR Project, "Mission". Disponible en http://www.thescarproject.org/mission/. Modificado por última vez en 2011.

Vampire Study Group, "Blood Wars", 2010. Disponible en http://vampirestudygroup.com/bloodwars/.

Vattimo, Gianni, "La crisis de la subjetividad de Nietzsche a Heidegger", en *Ética de la interpretación*, Barcelona, Paidós, 1991, pp. 115-142.

Winckelmann, Johann Joachim, *Reflexiones sobre la imitación de las obras griegas en la pintura y la escultura*, México, Fondo de Cultura Económica, 2008.

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 445 11/10/16 3:33 PM

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 446 11/10/16 3:33 PM

ÍNDICE

Introducción 7

PRIMERA PARTE

Los bioartefactos: viejas realidades que plantean nuevos problemas en la adscripción funcional
Ana Cuevas Badallo 23

Epistemología de lo artificial y tipos de artefactos
Diego Lawler y Andrés Vaccari 55

Hacia una ontología de la bioartefactualidad (primera parte)
Jorge E. Linares Salgado y María Antonia González Valerio 79

Hacia una ontología de la bioartefactualidad (segunda parte)
Jorge E. Linares Salgado 109

Los bioartefactos en la discusión sobre los límites entre lo natural y lo artificial
Diego Parente 131

Biotecnología es biología. La revolución que nos dio bioartefactos fue molecular
Estefanía Blancas García y Rafael Guevara Fefer 157

SEGUNDA PARTE

Apuntes para la historia de la bioartefactualidad. El caso de *Dolly*
Blanca Irais Uribe Mendoza 183

Las múltiples configuraciones de un bioartefacto: el embrión *in vitro*
Sandra González Santos 199

La psique: un bioartefacto
Rosaura Martínez Ruiz 233

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 447 11/10/16 3:33 PM

¿Tienen biopolítica los bioartefactos?
Miguel Zapata y Fabiola Villela 259

Biología sintética y bioartefactualidad de lo humano
Antonio Diéguez 295

Bioartefactos en la agricultura y connotaciones del riesgo
Elena Arriaga Arellano 327

De la bioarquitectura a la biociudad
Giovanni Algarra Garzón 365

Imaginario y efectos sociales de los bioartefactos: ¿se puede generar "vida"
o "inteligencia" artificial en los laboratorios de bioinformática?
Edgar Tafoya Ledesma 385

Retrato sin rostro. Consideraciones sobre la representación de la identidad
del cuerpo biotecnológico
Sebastián Lomelí Bravo 421

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 448 11/10/16 3:33 PM

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 449 11/10/16 3:33 PM

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 450 11/10/16 3:33 PM

Aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad,
editado por la Dirección General de Publicaciones y Fomento
Editorial de la UNAM, se terminó de imprimir
el 12 de septiembre de 2016 en los talleres de
Gráfica Premier, S. A. de C. V., Calle 5 de Febrero
núm. 2309, colonia San Gerónimo Chicahualco, C. P. 52170,
municipio de Metepec, Estado de México.
Para su composición se utilizó tipografía Minion Pro 11.5/16.
El tiro consta de 500 ejemplares impresos en offset en papel bond
ahuesado de 90 g. y los forros en cartulina couché brillante de 250 g.
Portada y formación: Víctor Hugo Castañeda Flores.
Cuidado editorial: Alejandro Soto V.
Coordinación editorial: Elsa Botello L.
Corrección de estilo: Felipe Serra Beamonte.
Cuidado de la edición: Santiago Outón, Adriana Segovia y Ernesto Vargas

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 451 11/10/16 3:33 PM

aproximaciones interdisciplinarias a la bioartefactualidad.indb 452 11/10/16 3:33 PM