

Tecnologías de la vida en clave del presente vital. Perspectivas y reflexiones*

*Life Technologies in the Key to the Vital Present. Perspectives
and Reflections*

 Claudia Janneth Jaramillo-Sánchez*



*Reflexión filosófica derivada de la tesis titulada *Lo vivo y la vida en clave de las relaciones arte-biología: Perspectivas actuales que posibilitan re-pensar su enseñanza* para optar al título de Magíster en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.

** Secretaría de Educación del Distrito, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: cjaramillos@educacionbogota.edu.co

Fecha de recepción: 5 de marzo de 2021

Fecha de aceptación: 24 de junio de 2021

Cómo referenciar / How to cite

Jaramillo-Sánchez, C. J. (2021). Tecnologías de la vida en clave del presente vital. Perspectivas y reflexiones. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, v. 13, n. 25, e1903. <https://doi.org/10.22430/21457778.1903>

Resumen: el desarrollo del presente artículo tuvo como objetivo problematizar tres hallazgos adscritos a la triada ciencia-tecnología-sociedad, referenciando los saberes y las prácticas relacionadas con la biotecnología y la biología sintética, las cuales instan la optimización de lo vivo y la vida. Estos hallazgos visibilizan los modos de funcionamiento de la biología y la biotecnología como tecnologías de la vida, para lo cual se acudió a las nociones metodológicas de *gobierno* y *contraconductas* tomadas de la caja de herramientas de Foucault, dado que estas se focalizan en la búsqueda de soluciones que maximicen el rendimiento humano mediante la aceptación de prácticas relacionadas con la transformación de la vitalidad. Resultado de lo anterior, en el primer hallazgo se indagó por las aplicaciones de la biotecnología; en el segundo, se evidenció el posicionamiento de la biología sintética en el sector industrial; y en el tercero, referente al bioarte, se problematizaron las implicaciones sobre el *gobierno* de lo vivo y la vida desde una perspectiva económica. En este orden de ideas, el artículo exhorta a la reflexión sobre la biotecnología y la biología sintética como parte de nuestra cotidianidad, lo que amerita la inquietud sobre la aceptación de las prácticas instauradas frente al bienestar humano y del entorno, interpelar las verdades que nos constituyen y pronunciarnos a partir de elecciones personales que develen nuestro posicionamiento ético.

Palabras clave: biotecnología, biología sintética, bioarte, ética.

Abstract: This study reports and problematizes three findings from multiple texts on the science-technology-society triad that refer to the knowledge and practices of biotechnology and synthetic biology, two fields that aim to optimize what is alive and life. Said findings reveal the modes of operation of biology and biotechnology as life technologies. For that purpose, this paper used the methodological notions of *government* and *counter-conducts* taken from Foucault's toolbox because they focus on finding solutions that maximize human performance by accepting practices related to the transformation of vitality. The first finding questions the applications of biotechnology; the second one reveals the positioning of synthetic biology in the industrial sector; and the third one, related to bioart, problematizes the

implications of the *government* of that what is alive and life from an economic perspective. Therefore, this article stimulates a reflection on biotechnology and synthetic biology as part of our daily life, which encourages us to be concerned about the acceptance of well-established practices regarding human and environmental wellbeing, question the truths that constitute us, and express ourselves based on personal choices that reveal our ethical position.

Keywords: Biotechnology, synthetic biology, bioart, ethics.

INTRODUCCIÓN

La pregunta por la optimización de lo vivo requiere hilvanar relaciones desde su molecularidad, aquel nivel en el que según Rose (2012), «es posible anatomizar los procesos vitales y alterar mediante procesos de ingeniería la vida» (p. 27). Procesos impulsados por la biotecnología que, a su vez, han brindado apertura a disciplinas y campos emergentes como la biología sintética; aunque esta no depende de los avances de la biotecnología, actúa como condición de posibilidad de los cambios que lo vivo y la vida experimentan hoy. Ambas disciplinas ejercen gran predominancia en la actualidad en el marco de acción de la bioeconomía, puesto que constituyen gran parte de los saberes expertos indispensables en la sostenibilidad de la biodiversidad desde una amplia perspectiva que involucra prácticas de intervención en y sobre los componentes biológicos en aras de su mejoramiento.

Lo vivo, presto a la intervención de la biotecnología, ha dado lugar a desarrollos sin precedentes, como la creación de organismos capaces de expresar características de otros para maximizar su desempeño, bien sea combatiendo una enfermedad, una plaga, o, en definitiva, una condición adversa para sobrevivir de manera sostenible. Bajo estos presupuestos, la supervivencia del más apto se asume como la posibilidad de potenciar y maximizar las capacidades vitales de los organismos, en esto radica su *biovalor*, en palabras de Rose (2012) «Valor que puede extraerse de las propiedades vitales de los procesos vivos» (p. 78). ¿En qué se ha convertido lo vivo hoy? ¿Podría evolucionar artificialmente? ¿Qué posibilidades de interacción tendría lo vivo natural y lo vivo artificial? Estos y otros interrogantes sugieren repensar las relaciones que ciencia, tecnología y sociedad entablan en nuestro presente vital, es decir, las posibilidades que tienen lugar en la actualidad para reinventar lo que venimos siendo y cómo lo venimos siendo, a propósito de las disciplinas, los procedimientos y los materiales que intervienen en el mejoramiento del rendimiento humano.

Es así como los hallazgos de esta investigación problematizan, de cierta manera, el desarrollo vertiginoso de dos de los saberes más prominentes en tiempos recientes: la biotecnología y la biología sintética mediante el reconocimiento de algunos aspectos relevantes y precisiones que, más allá del hecho informativo, se centra en visibilizar las prácticas asociadas con estos saberes, lo que permite traer a colación resonancias filosóficas implicadas con aquello que venimos siendo y

cómo lo venimos siendo, con un posicionamiento ético sobre nuestro devenir biológico que se concatena con las apropiaciones que la sociedad hace sobre la ciencia, la tecnología y el arte, principalmente. Este hecho es clave para reconocer la potencia de estos conceptos sin emitir juicios de valor.

METODOLOGÍA

La biotecnología y la biología sintética como tecnologías de la vida

La reflexión sobre las implicaciones de los avances tecnocientíficos para mejorar nuestra calidad de vida y hacer plausible el bienestar de las naciones, pone en consideración lo vivo desde las partes y no del todo, pues justamente esa flexibilidad y movilización que adquieren los componentes vitales -ADN, genes, tejidos, células, órganos- fuera de los propios cuerpos, empieza a gozar de una relevancia sin precedentes en el mercado, a propósito del marco de acción de la bioeconomía asumida como «El conjunto de actividades económicas relacionadas con la invención, el desarrollo, la producción y el uso de productos y procesos biológicos» (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2009, párr. 1). La biotecnología surge como una solución a los problemas que se presentan, pero a su vez, se convierte en una necesidad para gestionar riesgos y crecer tanto económica como competitivamente; en cuanto a la biología sintética, delinea un futuro prometedor al poner al alcance de la mano la fabricación de secuencias de material genético, es decir, la opción de sintetizar vida de manera sencilla. A través de estos saberes, en consonancia con otros, se plantea que el valor de los componentes vitales repercuta considerablemente en la salud, en la productividad agrícola e industrial y, a su vez, se refleje en el aumento de la sostenibilidad ambiental.

Se propone considerar a la biotecnología y a la biología sintética como *tecnologías de la vida*, en cuanto que, «... cambian aquello en lo que consiste ser un organismo biológico haciendo posible refigurar [...] los procesos vitales mismos con el fin de maximizar su funcionamiento y mejorar sus resultados» (Rose, 2012, p. 50). En otras palabras, las tecnologías de la vida actúan desde la molecularidad de un organismo vivo, movilizándolo sus componentes, combinándolos, intercambiándolos, reubicándolos o aislándolos en tiempos y espacios que

aceleran su optimización. Siguiendo los planteamientos de Rose (2012), existen dos rasgos fundamentales para caracterizar estas tecnologías: el primero, tiene que ver con su visión de futuro, es decir, con la posibilidad de redefinir el futuro actuando en el presente; y el segundo, se relaciona con que la transformación que ocurre en el nivel orgánico, específicamente en el molecular, implica redefinir la vitalidad desde adentro, de esta manera, los organismos vivos se hacen mucho más biológicos.

Estas afirmaciones sugieren pensar que tanto la biotecnología como la biología sintética rompen el dilema establecido entre lo natural y lo artificial, en cuanto que, su intervención, no solo gira en torno de los componentes de lo vivo a manera de insumo, sino sobre los mismos organismos, dado que constituyen la fuerza para acrecentar la vida en todas sus facetas. No se trata de una dicotomía, sino de hacerse más biológico para *vivir mejor*, interviniendo los niveles más ínfimos que nos constituyen, moleculares, e incluso atómicos, que han cobrado fuerza con la emergencia de otros saberes expertos como la nanobiotecnología, entendida como «la integración de material biológico y no biológico» (Márquez D., 2004, p. 186). En estas escalas el estudio de lo vivo y de lo no vivo se aproximan para difuminar sus límites.

Nuestro devenir biológico se implica con lo vivo y la vida que, si bien se reconoce como el objeto de estudio de la biología, constituye un entramado complejo y dinámico que se hace pertinente revisar desde variadas aristas, de ahí que la reflexión filosófica planteada con las tecnologías de la vida visibiliza algunos procedimientos tecnocientíficos que ponen el acento en la maximización de las cualidades vitales, el rendimiento y la productividad, mediante la búsqueda de estrategias que solventen las problemáticas del mundo hacia la promesa de un futuro con más y mejor vida. Esta noción pone de relieve el posicionamiento de las tecnologías de punta, no para reemplazar la obsolescencia humana, sino para combatirla desde adentro con soluciones que modifiquen su ambiente, tanto interno como externo y, a su vez, alteren el ambiente de otras especies.

El análisis sobre el funcionamiento de estas tecnologías de la vida se desarrolla en clave de los conceptos metodológicos de *gobierno* y *contraconducta* tomados de la caja de herramientas de Foucault, esta se comprende como una posibilidad de explorar nociones y proponer articulaciones, pero también de hacer apuestas a manera de ensayo y riesgo, es por esto que según Veiga Neto (1997), la caja de

herramientas no se constituye ni en una apología a Foucault, ni en un catecismo metodológico o epistemológico, se trata más bien, de hacer de él una aplicación edificante, una sugestión y un camino abierto a las posibilidades.

El gobierno, refiere a los procedimientos por los cuales se dirige la conducta de los hombres (Foucault, 2014), y evidencia el giro de las relaciones de poder irreductibles a la dominación. En efecto «... los estados de dominación logran mantenerse esto no se debe a que el poder se haya vuelto “total”, sino que han sido creadas ciertas condiciones de aceptabilidad que son acogidas por un sector considerable de los dominados» (Castro-Gómez, 2010, p. 40).

Precisamente, las relaciones de poder configuran un campo de fuerzas constantes y cambiantes en el que somos conducidos por otros, pero también, nos podemos conducir por nosotros mismos, de ahí que la *contraconducta* o la activación de la conducta, es decir, la «... lucha contra los procedimientos puestos en práctica para conducir a los otros» (Foucault, 2006, p. 238), pone el acento en nuevas maneras de ser y actuar, de relacionarnos con el mundo, lo cual implica franquear la línea de los universales instalados en el deber ser y hacer, incitando el tejido de posibilidades que emergen del gobierno de los otros. Se trata, quizá, de un gobierno de sí mismo próximo a la creación. En palabras de Davidson (2012), las contraconductas subvierten las relaciones de fuerza estabilizadas afectando novedosamente las posibilidades de acción de los otros.

Esta noción resulta pertinente para interrogar el determinismo que se cierne sobre el deber ser de la vida como un camino unívoco y contemplar otras posibilidades que emergen frente al panorama que develan los saberes bíos implicados con la promesa de fraguar una mejor vida en el futuro a través de la prevención del riesgo, aquellas prácticas que permiten activar nuestras conductas y pronunciarnos frente al devenir incesante de la vida. El bioarte es un movimiento artístico contemporáneo y heterogéneo, cuyas prácticas se despliegan en intersección con herramientas, técnicas y saberes relacionados con la biología para crear obras caracterizadas por transgredir los límites de la vida a través del material orgánico.

Proporciona algunas pistas para despojar las tecnologías de la vida de una connotación meramente económica y apertura otras lecturas que pongan de relieve el dominio que se ejerce sobre lo vivo y, desde luego, las relaciones que configuramos con esto, de ahí que se considere una *contraconducta* que enfatiza en nuestro posicionamiento ético frente a las relaciones que configuramos con el

mundo. Tanto la biotecnología como la biología sintética posibilitan actuar sobre el deseo y la aspiración que insta a transformar la vitalidad de sí mismos y de los otros, en tanto que vivo, pero se constituyen como tecnologías de la vida porque no las gobiernan de manera determinante, pues es factible crear prácticas de libertad que permitan la conducción propia.

Ahora bien, el análisis y problematización de estos saberes surge con la conformación del archivo a partir de una masa de documentos de distinta índole en la que todos tienen la misma relevancia, estos se encuentran relacionados con los conceptos de ciencia y tecnología, tales como noticias, publicaciones de blogs, normatividad nacional e internacional, publicaciones académicas y artísticas, portales web, entre otros, que no se pretenden descifrar ni interpretar, lo que interesa es identificar los enunciados y sus relaciones. El tratamiento de estos documentos se llevó a cabo con la consolidación de una matriz en la que se desarticulaban los textos a través de la tematización, proceso en el que se extraen tanto contenidos como citas clave para establecer relaciones entre el texto con otros textos, las cuales se desglosan en temáticas centrales que, dada su regularidad o dispersión, ponen el acento en el enunciado, fuerza que moviliza las prácticas y los discursos.

Una lectura discontinua de la matriz, en sentido horizontal, vertical y diagonal, permitió revisar los enunciados e hilar conjuntos de relaciones o series a partir de los cuales se perfiló una ruta de escritura soportada por las citas clave que emanan del archivo, tomando así, distancia de interpretaciones. De modo complementario, se consultaron referentes teóricos que contrastan o avalan lo rastreado en los textos tematizados, evidenciándose el papel que desempeñan disciplinas como la biotecnología, la biología sintética y el bioarte en la sociedad, a propósito de las relaciones entre ciencia y tecnología.

Los resultados que se presentan a continuación se fundamentan en los tres hallazgos adscritos al gobierno de lo vivo y la vida en clave de su optimización, por tanto, se conforman tres apartados: en el primero se profundizan los modos de funcionamiento de la biotecnología a propósito de su amplio espectro de acción; el segundo muestra los despliegues de la biología sintética y su posicionamiento en el campo industrial, lo que permite incentivar el desarrollo de otros saberes emergentes como la bioinformática, los cuales afianzan su intervención en el terreno de lo vivo; y en el último tiene lugar el bioarte, dejando ver que las

prácticas tecnocientíficas afectan la configuración de lo vivo y la vida, pero no la gobiernan determinadamente.

RESULTADOS

El espectro de colores de la biotecnología: la intervención de la salud, la alimentación y la biodiversidad

Los primeros indicios de la biotecnología datan de la antigüedad con prácticas como la fermentación o la crianza selectiva que incluso, continúan vigentes a través de un conglomerado de nuevos métodos, técnicas, herramientas, disciplinas y expertos (Thieman y Palladino, 2010). Con el devenir del siglo XXI su despliegue ha cobrado fuerza a partir del descubrimiento del ADN y el desarrollo de la ingeniería genética, al involucrar «... toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos» (Ley 165, 1994, p. 2). Particularmente se refiere a la biotecnología moderna comprendiendo la aplicación de:

- a) Técnicas in vitro de ácido nucleico, incluidos el ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante y la inyección directa de ácido nucleico en células u orgánulos, o
- b) 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 (Ley 740, 2002, p. 3).

Estas técnicas, al igual que sus procedimientos y campos afines, se encuentran en desarrollo constante, como lo reconoce Pacheco de Peña et al. (2006). La biotecnología goza de un carácter interdisciplinario, se halla fundamentada en los aportes de la bioquímica, la biología celular y molecular, la genética y otras; justamente, dada su calidad multisectorial, debe considerarse «componente estratégico de los sistemas nacionales de ciencia, tecnología e innovación» (p. 32). Su rango de aplicación abarca, cuando menos, siete sectores: procesamiento de alimentos, bioinformática, acuicultura, medio ambiente, recursos naturales, biotecnología agrícola y salud humana, siendo este último su principal foco de funcionamiento donde se hace explícita la gestión del deseo que ejerce como

tecnología de la vida. Estos sectores, según la Asociación Comunicadores de Biotecnología (ComunicaBiotec, 2017), se agrupan en una clasificación por colores: *roja* -biomedicina-, *blanca* -industrial- y *verde* -agroalimentaria y medioambiental.

De estos colores se derivan otros como: *azul*, que se ocupa de la exploración y explotación de los recursos acuáticos, busca garantizar el crecimiento económico y el desarrollo sostenible; *morada*, la cual estudia asuntos relacionados tanto con la seguridad como con la regulación jurídica y ética en el campo de la investigación e innovación en biotecnología; *dorada*, relacionada con los desarrollos y procesos bioinformáticos; *negra*, que favorece la lucha contra los peligros del bioterrorismo y la guerra biológica; *gris*, asociada a la conservación medioambiental con el fin de desarrollar soluciones tecnológicas sostenibles para proteger el planeta; y *naranja*, relacionada con los procesos de divulgación y educación ciudadana (ComunicaBiotec, 2017).

De la biotecnología se esperan aportes sustanciales en:

... una mejor atención de la salud, un aumento de la seguridad alimentaria mediante prácticas de agricultura sostenible, un mejor abastecimiento de agua potable, procesos de desarrollo industrial más eficaces para la elaboración de las materias primas, el apoyo a métodos sostenibles de forestación y reforestación, así como la desintoxicación de desechos peligrosos (Naciones Unidas, 1992, párr. 1).

Además, se recalcan importantes desarrollos en la medicina personalizada, que se ha nutrido de los avances en genética e informática; el mejoramiento y adaptación de cultivos agrícolas a las necesidades sociales y medioambientales; y la producción de biocombustibles que han ayudado a frenar la dependencia entablada con los combustibles fósiles (Chaparro Giraldo et al., 2013). En este sentido, Ruiz y Velásquez (2014), señalan que la biotecnología ha contribuido a solucionar problemas relevantes en estos sectores, y además concede un valor agregado a los servicios ambientales de la biodiversidad, por lo cual

La biotecnología y el uso sostenible de la biodiversidad, específicamente de los recursos biológicos, genéticos y sus derivados representan una oportunidad única para mejorar la competitividad y contribuir significativamente al desarrollo socioeconómico del país, basada en la conquista de nuevos mercados de productos de alto valor agregado intensivos en innovación y desarrollo (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2011, p. 9).

En otras palabras, la biotecnología emerge para dar respuesta a las necesidades de la humanidad, constituyéndose en una alternativa de crecimiento económico y desarrollo social, por lo que resulta pertinente concebirla como un medio que contribuye al mejoramiento de la competitividad en los sectores que impacta, ampliando las posibilidades del mercado, y, por ende, el bienestar de la población. Adicionalmente, crea oportunidades de establecer importantes vínculos

... especialmente entre los países ricos en recursos biológicos (incluidos los recursos genéticos) que carecen de los conocimientos especializados y las inversiones necesarias para aprovechar esos recursos por medio de la biotecnología y los países que cuentan con el caudal de conocimientos técnicos necesarios para transformar esos recursos biológicos de manera que atienda a las necesidades del desarrollo sostenible (Naciones Unidas, 1992, párr. 1).

Este amplio y colorido nivel de intervención hace pertinente que la biotecnología sea considerada por las United Nations (2002), como «tecnología clave para el nuevo milenio» (p. 3); se trata de una tecnología revolucionaria «debido al impacto que tiene en casi todos los sectores industriales, y a que la vida diaria de la gente recibe su influencia, aunque de una manera imperceptible» (Pacheco de Peña et al., 2006, p. 27), esto quiere decir que la biotecnología ejerce un gobierno emancipador que acapara todos los planos de la existencia.

Se entiende por ‘tecnología clave’ aquella que da inicio a otras tecnologías y puede tener efectos sobre muchos sectores industriales, con los consecuentes impactos sobre toda la economía. Ella puede ser el catalizador de una revolución tecnológica, llevando no solo a cambios radicales en los procesos de innovación de las empresas, sino también a impactos significativos en la sociedad (European Commission, 2003, p. 2).

En Colombia se consolidó la Política para el Desarrollo Comercial de la Biotecnología a partir del Uso Sostenible de la Biodiversidad, cuyo objetivo central establece

... condiciones económicas, técnicas, institucionales y legales que permitan [captar] recursos públicos y privados para el desarrollo de empresas y productos comerciales basados en el uso sostenible y en la aplicación de la biotecnología

sobre los recursos biológicos, genéticos y derivados de la biodiversidad (DNP, 2011, p. 18).

Este interés radica en posicionar la biotecnología como uno de los pilares de la competitividad del país, lo cual se impulsó desde 1982 con la creación de instituciones como el Instituto Nacional de Biotecnología de la Universidad Nacional de Colombia que, a través del Programa Nacional de Biotecnología, se ha encargado de fortalecer su capacidad científica y su desarrollo. Asimismo, otros asuntos de largo alcance se ciernen sobre una regulación efectiva que propende del establecimiento de marcos legislativos y normativos «rigurosos, eficientes, coherentes y transparentes» (Pacheco de Peña et al., 2006, p. 108) en lo concerniente a las aplicaciones de la biotecnología, la gestión de sus riesgos potenciales y la protección de la propiedad intelectual.

Esto parece confirmar que la biotecnología trae el futuro al presente para construirlo con prevención, así «... despoja al futuro de toda falta de certeza, desfuturiza al futuro y lo subsume en los intrincados caminos de una programación informatizada tejida con los hilos de la seguridad» (Mendiola, 2006, p. 152). De ahí que las esperanzas de la humanidad estén puestas en sus avances y soluciones que se convierten en necesidades por satisfacer. Mignolo (2009) señala que de la biotecnología se deriva un vivir mejor, que pone el acento en la competitividad, *vivir mejor* que otros y no para todos. Justamente, los deslumbrantes beneficios que se exaltan con la biotecnología amplían las brechas de acceso a estas esperanzas, reduciendo las posibilidades de maximizar las capacidades vitales que en el futuro, probablemente, darán lugar tanto a predilecciones como a discriminaciones, pues según Foucault (2007), la utilización de estas tecnologías se formula en términos de «constitución, crecimiento, acumulación y mejora del capital humano» (p. 269), como tecnología de la vida se convierte en la clave de despliegue de otras tecnologías que cambiarían aquello que venimos siendo.

¿Monstruos o quimeras transgénicas? De los organismos genéticamente modificados -OGM-

La biotecnología teje una relación significativa con la bioeconomía y el desarrollo humano, a propósito de las modificaciones que se hacen en el material genético de un organismo con la intención de desarrollar o mejorar una o más de sus características. En las últimas décadas los avances y logros en materia de

biotecnología han hecho posible la modificación genética de plantas, animales y microorganismos, de los cuales se ha obtenido un valor comercial alto, un biovalor convertido en propiedad de la forma-empresa. Un OGM se define como:

Cualquier organismo vivo que posea una combinación nueva de material genético, que se haya obtenido mediante la aplicación de la tecnología de ADN Recombinante, sus desarrollos o avances; así como sus partes, derivados o productos que los contengan, con capacidad de reproducirse o de transmitir información genética (Decreto 4525, 2005, p. 3).

Según Pacheco de Peña et al. (2006), las aplicaciones referidas a los animales transgénicos se orientan a la «... producción de nuevas razas, incluyendo un mayor crecimiento de los individuos, reducción de lactosa en la leche, resistencia a enfermedades y producción de enzimas para procesamiento de alimentos para animales» (p. 42). Por su parte, las aplicaciones en plantas transgénicas se han encaminado a otorgar mayor resistencia a herbicidas, plagas y enfermedades a través, principalmente, de la transferencia de genes seleccionados a cultivos alimentarios. Agrega Mendiola (2006), que las plantas transgénicas versan sobre dos direcciones: los *alimentos*, referidas a aquellas modificaciones que incorporan mejoras médicas para obtener niveles más altos de proteínas o vitaminas, y las *biofactorías*, focalizadas en extraer materias primas de uso industrial. Este énfasis productivo permite pensar que «La biotecnología no es una desnaturalización de la naturaleza sino la producción específica de una naturaleza» (p. 53) con finalidades precisas para impactar los modos en que se vive y se generan relaciones con el mundo.

Los OGM están destinados mayormente a suplir necesidades alimentarias que incluso modifican la dieta de quienes los consumen al parecer más atractivos por sus colores, tamaños y formas que instalan el deseo en la óptica de mejorar la vitalidad. No obstante, uno de los asuntos más controversiales, es el riesgo que representan, es decir, los efectos adversos que puedan ocasionar tanto a la salud humana como a la biodiversidad. De acuerdo con la Ley 740 (2002), la gestión del riesgo incluye el establecimiento de medidas, mecanismos y estrategias adecuadas para evaluar la utilización, manipulación y movimiento transfronterizo de OGM antes de su primera liberación al medio, pasando por un periodo de observación conveniente de su ciclo vital. En pocas palabras, dicha gestión refiere a la noción de bioseguridad:

Conjunto de medidas y acciones que se deben tomar para evaluar, evitar, prevenir, mitigar, manejar y /o controlar los posibles riesgos y efectos directos o indirectos, que puedan afectar la salud humana, el medio ambiente y la biodiversidad, la productividad o producción agropecuaria, como consecuencia de la investigación, introducción, liberación, movimiento transfronterizo y producción de Organismos Vivos Modificados -OVM- (Decreto 4525, 2005, p. 2).

Aunado a la bioseguridad, Mendiola (2006) sugiere que el principio de precaución es lo que permite confrontar las incertidumbres que pudieran desprenderse de la creación de estos organismos, por eso, funciona como un mecanismo de legitimación de lo que ha sido avalado por su dictamen «la quimera transgénica precisa del principio de precaución en tanto que garante que afirma su inocuidad» (p. 256), entonces, cuando se avalan las precauciones no hay lugar para la sospecha. Pero, aun así, no cesan las preocupaciones que giran en torno a los impactos que los OGM puedan ocasionar en los ecosistemas, como tampoco, a la alergenicidad y toxicidad que pueda derivarse de su ingesta, afectando la salud humana, de ahí que, diferentes sectores sociales, entre los que se destacan ambientalistas, agricultores, algunas comunidades científicas y consumidores, continúan rechazado enfáticamente estas quimeras circundadas por interrogantes e inseguridades.

La biotecnología interviene lo vivo y la vida en sus esferas más cotidianas al abarcar prácticas alimentarias y de cuidado personal, pero que pueden extenderse más allá. No se pretende situar los OGM como monstruos o quimeras, pero sí advertir que «el transgénico es un acontecimiento [...] un desencadenante de una profunda redefinición de lo social y lo natural, un inaugurador de espacios y tiempos, un creador de mundo» (Mendiola, 2006, p. 305). Queda la pregunta por cómo surgen las relaciones que entablamos con estos organismos y cómo ellos cambian las relaciones con lo que venimos siendo. La biotecnología, como tecnología de la vida, ejerce un gobierno sobre lo vivo, caracterizado por la posibilidad de aceptar y validar sus prácticas, o bien de discrepar de estas para conducirse de otro modo: el que emerge cuando la inquietud se convierte en condición de posibilidad para repensar nuestro presente vital.

Biología sintética: ¿el florecimiento de nuevas formas de vida?

La biología sintética otorga algunas pistas de qué ha pasado con lo vivo y la vida en los últimos tiempos; sin embargo, no concede respuestas inmediatas sobre lo que viene, aun cuando actúe en el presente. Esta disciplina emerge a principios del siglo XXI, incluso cuenta con antecedentes que datan de los años ochenta, cuando se involucró la tecnología requerida para la producción de las primeras bacterias modificadas con uno o pocos genes, lo cual se emancipó hasta construir bloques de genes que les confieren a los organismos características nuevas (Cevallos, 2010). Es importante precisar que biología sintética e ingeniería genética no son sinónimos, si bien la primera incorpora las técnicas de la segunda, existen, cuando menos, dos diferencias fundamentales: la ingeniería genética moviliza genes entre especies, los existentes en la naturaleza; mientras que la biología sintética introduce genes creados artificialmente, que no existen ni existirán en la naturaleza, empleando las posibilidades tecnológicas (ETC Group, 2012).

Aunque esta tecnología de la vida es poco convencional para los ciudadanos, es bien conocida por diferentes sectores industriales que, según ETC Group (2012), reportan crecientes inversiones materializadas en la comercialización de productos derivados de esta, definida como «la aplicación de la ciencia, la tecnología y la ingeniería para facilitar y acelerar el diseño, la fabricación y/o la modificación de material genético en organismos vivos» (Comisión Europea, 2015, p. 1). En otras palabras, la biología sintética emplea métodos sencillos y rápidos para producir OGM a través de la introducción o eliminación de genes, o la combinación de estructuras genéticas modulares para crear nuevos organismos, pero también para remodelar los principios existentes que permitan comprender mejor o perfeccionar los procesos vitales. Es un campo tecnológico emergente que consolida sistemas genéticos artificialmente y programa formas de vida destinadas a usos industriales.

Las principales áreas de desarrollo de organismos sintéticos incluyen la producción de algas que serán liberadas en estanques e hidrovías; el desarrollo de microbios y enzimas capaces de descomponer la celulosa de la madera, los pastos y otros materiales celulósicos; y microbios sintéticos diseñados para la extracción de petróleo y gas, la remediación de suelos y la limpieza de derrames petroleros (ETC Group, 2012, p. 4).

Constantemente se involucran nuevas aplicaciones para los sectores farmacéuticos, químicos, agrícolas y energéticos que van «... desde la adaptación de cultivos para que crezcan en tierras yermas hasta el desarrollo de órganos nuevos para salvar la vida de receptores de trasplantes» (Comisión Europea, 2015, p. 1). Así, la biología sintética puede ayudar a resolver los problemas más graves que aquejan a la humanidad relacionados con la salud ambiental, como, por ejemplo, escases de energía, contaminación, hambruna y enfermedad.

Craig Venter, biólogo y empresario estadounidense, junto con otros científicos publicaron en el 2010, en la revista *Science*, una investigación referida a la fabricación artificial del genoma de la bacteria *Mycoplasma mycoides* que se ensambló después en la bacteria *Mycoplasma capricolum*, a la que se había sustraído su propio genoma para albergar la secuencia artificial y expresar los caracteres del genoma sintetizado (Martínez, 2014). Esto reveló dos cuestiones clave: la primera, que el material genético de un organismo se diseña por métodos bioinformáticos; la segunda, que dicho material es sintetizado químicamente para ser trasplantado a una célula huésped, dando origen a un organismo nuevo cuyas funciones dependen de las instrucciones que se le introdujeron (Cevallos, 2010). ¿Podría pensarse que se creó una nueva vida? O ¿Esto solo constituye el primer paso para crear vida? Schmidt (2010) argumenta que se encuentran numerosas referencias que relacionan la biología sintética con «jugar a ser Dios», «copiar a Dios», «a la manera de Frankenstein», pero, «La realidad no es tan sensacional: los científicos no están creando nueva vida a partir de la nada, sino que, más bien, están desarrollando nuevas maneras de dirigir el comportamiento de las células» (p. 281).

Dirigir el comportamiento celular es condición de posibilidad de ejercer un gobierno molecular sobre los componentes biológicos que redefine la vitalidad desde adentro, instando por su mejoramiento, pero también por reconstruir la vida comprendiendo las carencias de los procesos vitales que son susceptibles de suplir. En el futuro vital es probable que no haya lugar para las falencias, o más bien, para el azar. Algunos de los científicos involucrados con esta tecnología aseguran que experimentar la vida en el laboratorio bajo condiciones estrictas se convierte en pieza clave para comprender los fundamentos de la vida, un asunto inquietante en la biología. Ciertamente, los riesgos que representa no están definidos, pero pueden requerir la adaptación de los métodos existentes de

evaluación de riesgos que se tienen para los OGM. La Comisión Europea (2015) señala que algunas situaciones son susceptibles de evaluarse como:

... la integración de las células modificadas en/ con organismos vivos, el desarrollo futuro de células modificadas autónomas, el uso de sistemas bioquímicos atípicos en células vivas, la aceleración de modificaciones introducidas por las nuevas tecnologías y el crecimiento de la “biología de garaje” entre los actores de la ciencia ciudadana (p. 1).

En suma, la biología sintética es un campo que sorprende y atemoriza con las posibilidades que despliega en la creación de otra vida y las maneras de gobernarla a partir del develamiento de sus más grandes misterios. En este camino, la bioinformática emerge como un saber experto que contribuye a la desintegración de lo vivo para combinarlo con procedimientos artificiales potentes, ágiles y novedosos que ofrecen oportunidades sin precedentes para interrogar toda idea de destino. Como tecnología de la vida, abre el panorama del debate sobre la creación de nueva vida y confirma el planteamiento de Rose (2012) sobre los cambios que experimentamos, haciéndonos mucho más biológicos de lo que se cree, pues es en los componentes vitales donde todavía hay baches por explorar y dinamizar.

Una mirada a las tecnologías de la vida desde el bioarte

Como se mencionó anteriormente, las tecnologías de la vida no ejercen un gobierno determinante sobre lo vivo. Al dejar abiertas las posibilidades, emergen relaciones de alternancia que pueden dar lugar a las contraconductas que se desprenden de aquellas formas de gobierno instaladas en las maneras de proceder de los sujetos, como fuerza de activación de las conductas. Es así como una de las líneas de desglose del bioarte fraguada en estos saberes, principalmente en la biotecnología, pone de relieve las relaciones que se configuran con la vida hoy, desbordando toda intencionalidad. Aun cuando el énfasis del bioarte es la vida desde una perspectiva general, la línea que aquí se plantea incurre en la modificación a nivel molecular de sus componentes vitales, lo cual afecta la constitución de la vida, en tanto novedad y creación; en otras palabras, lo vivo y la vida comportan una relación intrínseca que no se pretende desligar.

Las relaciones entre arte y ciencia no son nuevas, pero tampoco han existido siempre, en la actualidad han cobrado reflejos críticos «... sobre nuestra vida en la tierra, sobre la creación de vida sintética y sobre su manipulación» (Revista Código, 2012, párr. 1). Esto tiene que ver con la intervención de la tecnología, presente en nuestra vida cotidiana «... desde la manipulación genética durante la concepción hasta los proyectos de conservación criogénica tras la muerte» (Chuet-Missé, 2006, párr. 3).

De acuerdo con Langhi y Molinari (s.f.), los nexos entre el arte y la ciencia tienen sus orígenes en el descubrimiento del código genético hacia mediados del siglo XX, trayendo consigo el acceso a las secuencias genéticas y los primeros esbozos de la ingeniería genética en los años setenta, lo que posibilitó «... transferir secuencias específicas de genes de una especie a otra que, sumados al desarrollo de otras técnicas como la genética molecular, la biología molecular y la biología en general, consolidaron las bases de una nueva ciencia llamada biotecnología» (p. 1).

El descubrimiento del ADN se constituyó en condición de posibilidad de la emergencia de nuevos saberes que han dado lugar a otras comprensiones y reflexiones sobre lo vivo y la vida, por lo que las relaciones entre ciencia y arte vinculadas con la tecnología resultan imprescindibles hoy para aproximarse a la pregunta por ¿Cómo está cambiando nuestra relación con lo vivo y la vida? Catts (citado en Revista Código, 2012) considera que la problematización de esta triple relación permitiría encontrar miradas alternativas a la visión sobre la vida que se plantea hoy para decidir qué rumbo debe tomar

En el arte puedo asumir el papel de provocador y exponer problemas, más que solucionarlos. Si asumimos la vida desde la perspectiva de la ingeniería, de la estandarización de la vida, de su factura, de la biología sintética, nos vamos a comenzar a tratar como objetos. Ése no es el futuro que quiero (párr. 36).

Un ejemplo de esto se encuentra en una práctica poco común emprendida por un grupo de artistas, diseñadores y científicos dublenses, quienes realizaron una exposición compuesta por veinte piezas denominada *Grow Your Own... Life After Nature*, producto de una convocatoria que pretendía destacar algunos proyectos que mostraran la visión de un futuro en el que fuera posible diseñar vida para ajustarla a las necesidades «la exposición trata de lo que ocurre cuando

las personas están dispuestas a diseñar organismos vivos, así como a imaginar si están dispuestos a tomar a algún tipo de criatura viva y diseñarla como si fuera un producto» (El Informador, 2014, párr. 5).

En esta muestra se incluye la obra *Selfmade*, de la microbióloga Agapakis y el artista sensorial Tolaas, que consistía en la creación de *cheddar* y queso crema, teniendo como insumo las bacterias provenientes de la boca y los dedos de los pies de varios donantes; otras obras, aunque no intervenían directamente con el material biológico, crearon modelos hipotéticos que muestran la manera de implantar diseños que se podrían derivar de la biología sintética, como *Circumventive Organs*, de la artista Haines, referida a los súper órganos humanos que podrían estar hechos con tejidos de otros animales, se trata de esculturas realistas como la *Tremomucosa Expulsum*, que estaría integrada por músculos de víbora de cascabel para mantener en movimiento las mucosas de los sistemas respiratorio y digestivo de quienes padecen fibrosis quística (El Informador, 2014).

Estas obras, más allá de exhibirse como un objeto, abren el debate sobre los alcances de la biología sintética proponiendo la participación del público desde el afecto que tal contemplación les genera, a propósito de la transgresión sobre lo que está permitido, pudiendo resultar grotesco o repulsivo, rompiendo, de esta manera, el paradigma establecido sobre la estética como el pilar de la belleza implantada por cánones, para transitar por un terreno donde lo vivo se reactualiza a través del diseño de nuevas piezas tendientes a maximizar las capacidades de los organismos, especialmente, los humanos.

El bioarte no dictamina soluciones para otorgar certezas que apacigüen los riesgos, sino que problematiza lo que parece natural y evidente hoy: la optimización de la vitalidad, y con esto, los saberes, métodos, técnicas y procedimientos que se hacen necesarios para alcanzar tan anhelado fin. El panorama en mención permite pensar que esta línea de desglose del bioarte emerge como una contraconducta, puesto que si bien emplea los saberes expertos como la ingeniería genética, la biotecnología y la biología sintética, con los que se ejerce un gobierno molecular sobre lo vivo, en lugar de hallarse inscrito bajo el régimen de la bioeconomía, lo pone en cuestión de una manera particularmente *ética*, a partir de la transformación de lo vivo en una obra capaz de interpelar al espectador, así como sus maneras de conducirse y relacionarse con el mundo.

No se pretende replicar o readecuar las prácticas científicas para validarlas y aceptarlas, como lo menciona Kac (citado en Ali-Brouchoud, 2010) «Yo no trabajo con la ciencia, lo que hago es solo arte, aunque utilizo medios contemporáneos de creación» (p. 81). Estos artistas basan sus trabajos en la transferencia de conocimiento de los nuevos avances biotecnológicos a los campos estético y artístico, desplegando posibilidades inimaginables que genera sorpresas en los espectadores, pero que desatan, también, grandes interrogantes en los planos social, cultural, ético y filosófico (El País, 2007).

Una de las condiciones de posibilidad del bioarte en clave de los saberes bíos, guarda relación con el experimento científico denominado *oncomouse*, el cual consistía en implantar en el lomo de una rata sin pelo un cartílago con forma de oído humano, dando origen a una criatura híbrida que incitó a un grupo de artistas a tomar un nuevo camino para manifestar sus discursos creativos: lo vivo comopreciado material del arte. Pero, además, tal experimento permitió sentar las bases de uno de los pilares del bioarte: la transgresión, «Ignorar las fronteras tradicionales que separan a las especies, esquivar los dilemas éticos y pisotear los tabúes morales, son ahora ingredientes fundamentales de la propuesta bioartística» (Barros del Villar, 2011, párr. 5).

En efecto, la transgresión de la vida constituye uno de sus puntos más controversiales en cuanto que «En el Bio-Arte no hay simulación, no hay virtualidad y lo vivo está vivo» (Galindo González, 2012, p. 11), de ahí que esto haya desatado un frecuente señalamiento a los artistas por promover el maltrato y la falta de respeto por la vida animal, independientemente de que tenga como finalidad algún tipo de crítica sociopolítica, «La manipulación transgénica de animales es la continuación del uso de animales para propósitos humanos» (Chandna, citada en El Observador, 2011, párr. 10). Este es uno de los puntos más álgidos que permea al bioarte como una práctica artística incompatible y contraria a los derechos que atañen a la vida, el respeto y la dignidad, dado que selecciona el material orgánico y lo involucra con el uso de herramientas propias de la biotecnología y la ingeniería genética, mediante las cuales es factible alterar las condiciones que hacen posible la vida, convertida en un objeto artístico.

En este sentido, el bioarte tiene implicaciones profundas con la ética, más no con la bioética, pues como lo explicita Rose (2012), esta última se ha convertido en

... una parte esencial de la maquinaria empleada para gobernar la bioeconomía, facilitar los circuitos del material biológico necesarios para la generación de biocapital, y para gobernar todas aquellas prácticas en las que la vida en sí es objeto, objetivo e interés en juego (p. 502).

Así, la ética es lugar de interrogación de los modos de conducción de la vida, en tanto, relaciones que se configuran en el devenir; en esa medida, el bioarte «Es un principio amplio de manipulación de la vida, que implica trabajar con el proceso vital, con lo que ocurre cuando la vida se desarrolla» (Kac, 2010, p. 80). Podría decirse que el bioarte configura una conducta relacionada con un *ethos* frente a lo vivo y la vida, una actitud que si bien pasa por los saberes bíos, no se agota en estos, pues da vía libre a los saberes que se constituyen localmente, así como a las relaciones que pasan por uno mismo, por los otros y lo otro; con el bioarte, lo vivo y la vida deja de ser la preocupación primordial de los saberes expertos para expresar y exponer los cambios que experimentamos con el advenimiento de otros modos de vernos, sentirnos y constituirnos en lo individual y social.

CONCLUSIONES

La biotecnología y la biología sintética, como tecnologías de la vida, modifican los sentidos, significados, apropiaciones y comprensiones acerca de lo que venimos siendo y cómo lo venimos siendo, en cuanto que rompen los paradigmas instaurados sobre el aislamiento de las especies dada la creación de OGM que se insertan en las prácticas cotidianas de la sociedad, tales como la alimentación o el cuidado del cuerpo, al igual que la creación de secuencias de ADN que potencializan las funciones de los organismos que podrían dar origen a nuevas formas de vida y maneras de gobernarla.

Lo natural y lo artificial no discrepan en la medida que los componentes vitales constituyen un sustrato rico en misterios susceptibles de intervenir y modificar con las prácticas tecnocientíficas al atravesar la transformación de la vida para potenciar las falencias que presentan dichos componentes, siendo posible afirmar la vitalidad. Tanto la biotecnología como la biología sintética ejercen formas de gobierno enfocadas en otorgar respuestas contundentes a los problemas que nos acechan a través de la exploración sistemática de las potencialidades del material orgánico, así como su movilización e intercambio a manera de transferencia entre

unas y otras especies, sus avances se movilizan hacia la posibilidad de insertar cualidades útiles a los organismos mediante la migración de genes, y la de forjar condiciones de emergencia de la vida en el laboratorio.

El momento actual se caracteriza por una celeridad múltiple en la que se hace preciso emprender acciones en el presente que surtan efecto en el futuro; precisamente, la idea de un futuro optimizado y prometedor incita la aceptación y validación de prácticas de gobierno que pasan al ámbito social sin la interrogación o reflexión que ameritan. De manera que, visibilizar algunos modos de funcionamiento de la biotecnología y de la biología sintética como saberes expertos que cambian la connotación de aquello que venimos siendo, implica dar apertura a la posibilidad de revisar nuestras prácticas y maneras de proceder con nosotros mismos, con los demás y con el mundo a través de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

En medio de los señalamientos y juicios de valor que el bioarte genera en la opinión pública, se propone, como un modo de activar la conducta, que además de reunir a artistas y especialistas de diferentes campos de acción, pretende reflejar nuestra realidad haciendo visible una situación particular que se desprende de la inminente connotación económica que se le otorga a lo vivo y la vida: ese biovalor que se enmarca en la optimización de nuestras cualidades como una imperiosa necesidad que pone en tensión el valor intrínseco de los organismos vivos por su sola existencia. No se pretende legitimar o reivindicar el bioarte, sino evidenciarlo como una práctica de alternancia que trastoca el pensamiento, insta a la expresión, el debate y el pronunciamiento sobre la delgada línea que existe entre el terreno de lo vivo y lo no vivo.

Las nociones metodológicas de gobierno y contraconductas son propicias para evidenciar que las verdades que inciden en la configuración de lo vivo y la vida son validadas y aceptadas, e incluso, deseadas, no requieren la imposición u obligación, pues acatamos y normalizamos aquello que impulsa la optimización de la vitalidad y, por ende, del bienestar, así las prácticas tecnocientíficas derivadas de la biotecnología y la biología sintética se hacen necesarias para edificar un futuro promisorio, de manera que sus avances movilizan la emergencia de nuevos saberes y prácticas que potencien este objetivo en clave de más y mejor vida. Sin embargo, la posibilidad de activar las conductas frente a lo establecido es un ejercicio de creación que emana de la inquietud al interpelar nuestra realidad.

Así, las relaciones entre ciencia, tecnología y arte no son unívocas, sino que funcionan como una red de relaciones que se dinamiza sin cesar.

Las perspectivas abordadas permiten reflexionar sobre un presente que se construye en clave del futuro, el ideal del mejoramiento y la optimización de la vitalidad como señal de progreso. De manera que las tecnologías de la vida configuran un paso y pasaje más que necesario por la ética, no solo en lo que respecta a los riesgos que discurren sobre la modificación genética, sino también a la posibilidad de materializar ese deseo a propósito de las relaciones que establecemos consigo mismos y con el mundo, se trata de repensar una ética más próxima al sujeto a partir de como un gesto que se pone en escena a través de sus decisiones.

REFERENCIAS

- Ali-Brouchoud, F. (2010). El arte es solo singularidad. En A. Burbano (comp.), *Eduardo Kac: el creador de seres imposibles* (pp. 95-100). Editorial Universidad de Caldas.
- Asociación Comunicadores de Biotecnología. (2017). *Los colores de la biotecnología*. <https://www.comunicabiotec.org/colores-biotecnologia/#:~:text=Aunque%20se%20han%20creado%20colores,y%20azul%20para%20%C3%A1mbito%20marino>
- Barros del Villar, J. (2011, 11 de octubre). *Bioarte: cuando el arte transgrede las fronteras* [Mensaje en un blog]. <http://pijamasurf.com/2011/11/bioarte-cuando-el-arte-transgrede-las-fronteras-biologicas/>
- Castro-Gómez, S. (2010). *Historia de la gubernamentalidad I. Razón de Estado, liberalismo, y neoliberalismo en Michel Foucault*. Siglo del Hombre Editores.
- Cevallos, M. A. (2010). Biología sintética: la primera célula viva artificial. ¿Cómo ves? *Revista de Divulgación de la Ciencia de la Universidad Nacional Autónoma de México*, n. 140, 10-14. <http://www.comoves.unam.mx/assets/revista/140/biologia-sintetica-la-primera-celula-viva-artificial.pdf>
- Chaparro Giraldo, A.; Cardona Alzate, C. A.; Orrego Alzate, C. E.; Yepes Rodríguez, F. C.; Serna Cock, L.; Ospina Sánchez, S. A. (2013). *Agenda: Biotecnología. Plan Global de Desarrollo 2010-2012. Prospectiva UN-Agendas de conocimiento*. Universidad Nacional de Colombia.

- Chuet-Missé, J. P. (2006). Bioarte: ¿jugando a ser Dios? *Tercer Milenio*.
<https://issuu.com/jpchm/docs/bioarte>
- Comisión Europea. (2015). *Biología Sintética*. <http://copublications.greenfacts.org/es/biologia-sintetica/citizens-summary-synthetic-biology-es.pdf>
- Davidson, A. I. (2012). Elogio de la conducta. *Revista de Estudios Sociales*, n. 43, 152-164. <https://doi.org/10.7440/res43.2012.13>
- Decreto 4525 de 2005. Por la cual se reglamenta la Ley 740 de 2002. (2005, 6 de diciembre). Presidencia de la República de Colombia. <https://www.ica.gov.co/getattachment/6ea8d6c3-aadc-42ad-958d-2eb377cfe528/2005D4525.aspx>
- Departamento Nacional de Planeación. (2011). *Documento Conpes 3697. Política para el desarrollo comercial de la biotecnología a partir del uso sostenible de la biodiversidad*. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/conpes_3697_de_2011_politia_desarrollo_comercial_de_la_biotecnologia_a_partir_uso_biodiversidad.pdf
- El Informador. (2014, 19 de abril). *Artistas se alían con científicos para crear obras en Bio Arte*. <https://www.informador.mx/Tecnologia/Artistas-se-alian-con-cientificos-para-crear-obras-en-Bio-Arte-20140419-0034.html>
- El Observador. (2011, 11 de abril). *Bioartistas tratan de zanjar brecha entre arte y ciencia*. <https://www.elobservador.com.uy/nota/bioartistas-tratan-de-zanjar-brecha-entre-arte-y-ciencia-20114111920>
- El País. (2007, 16 de noviembre). *Criadores y cultivadores de obras de arte*. <http://www.ekac.org/montevideo.html>
- ETC Group. (2012). *Biología sintética: 10 puntos clave para delegados*. https://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/synbio_ETC4COP11_esp_v1.pdf
- European Commission. (2003). *Third European Report on Science & Technology indicators: Towards a knowledge-based economy*. <https://www.uv.es/~genomica/spa/inves/cordis.pdf>
- Foucault, M. (2006). *Seguridad, territorio y población: Curso en el Collège de France (1977- 1978)*. Fondo de Cultura Económica.

- Foucault, M. (2007). *Nacimiento de la biopolítica: Curso en el Collège de France (1978-1979)*. Fondo de Cultura Económica.
- Foucault, M. (2014). *Del gobierno de los vivos: Curso en el Collège de France (1979-1980)*. Fondo de Cultura Económica.
- Galindo González, G. (2012). *Los límites de la ciencia, son los límites de mi mundo. Una reflexión sobre el Bio-Arte*. https://www.researchgate.net/publication/259713522_Una_reflexion_sobre_el_Bio--Arte
- Kac, E. (2010). *Telepresencia y bioarte. Interconexión en red de humanos, robots y conejos*. Cendeac.
- Langhi, A.; Molinari, P. (s.f.). *Arte vivo*. http://www.kaleidoscopio.com.ar/fs_files/user_img/esteticas_contemporaneas/Arte%20vivo_Adriana%20Langhi_Paula%20Molinari.pdf
- Ley 165 de 1994. Por medio de la cual se aprueba el “Convenio sobre la Diversidad Biológica”, hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992. (1994, 9 de noviembre). D.O. No 41.589. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=37807>
- Ley 740 de 2002. Por medio de la cual se aprueba el “Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica”, hecho en Montreal, el veintinueve (29) de enero de dos mil (2000). (2002, 24 de mayo). <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/Ley-0740-de-2002.pdf>
- Márquez D., J. E. (2004). Nanobiotecnología. En M. F. Castro Fernández; Y. Bernal González; J. Escobar Triana; G. Hottois; C. E. Maldonado; J. Mendoza-Vega, R. Durán; J. E. Márquez D.; G. Cely Galindo, *Bioética y biotecnología en la perspectiva CTS* (pp. 135-212). Ediciones El Bosque.
- Martínez, Y. (2014, 28 de marzo). Nuevo avance hacia la “vida sintética” soñada por Craig Venter. *Tendencias*. http://www.tendencias21.net/Nuevo-avance-hacia-la-vida-sintetica-sonada-por-Craig-Venter_a32359.html
- Mendiola, I. (2006). *El jardín biotecnológico: Tecnociencia, transgénicos y biopolítica*. Los Libros de la Catarata.
- Mignolo, W. D. (2009). Regeneración y reciclaje: descolonizar la ciencia y la biotecnología para liberar la vida. En I. Mendiola Gonzalo (ed.), *Rastros y rostros de la biopolítica* (pp. 181-200). Anthropos.

- Naciones Unidas. (1992). Programa 21: Capítulo 16. <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/agenda21spchapter16.htm>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2009). *The Bioeconomy to 2030: designing a policy agenda*. <https://www.oecd.org/futures/long-term-technological-societal-challenges/the-bioeconomy-to-2030-designing-a-policy-agenda.htm>
- Pacheco de Peña, M.; Castellanos Domínguez, O. F.; Carrizosa Pardo, M. S.; Jiménez Hernández, C. N.; Clavijo Gutiérrez, A. P.; Del Portillo Obando, P. (2006). *La biotecnología, motor de desarrollo para la Colombia de 2015*. <http://repositorio.minciencias.gov.co/handle/11146/553>
- Revista Código. (2012). *Duraciones performáticas: Entrevista a Oron Catts/SymbioticA*. <https://revistacodigo.com/arte/entrevista-symbiotica/>
- Rose, N. (2012). *Políticas de la vida. Biomedicina, poder y subjetividad en el siglo XXI*. Editorial Universitaria.
- Ruiz, R.; Velázquez, B. (2014). La biología del siglo XXI: Innovación, bioética y bioarte. En M. A. González Valerio (ed.), *Pròs Bión. Reflexiones naturales sobre arte, ciencia y filosofía* (pp. 519-544). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Schmidt, C. W. (2010). La biología sintética. Las implicaciones de un nuevo campo para la salud ambiental. *Salud Pública de México*, v. 52, n. 3, 277-283. https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/spm/v52n3/12.pdf
- Thieman, W. J.; Palladino, M. A. (2010). *Introducción a la biotecnología*. Pearson Educación. https://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/copia_de_thiebiot.pdf
- United Nations. (2002). *United Nations Conference on Trade and Development: Key Issues in Biotechnology*. <https://unctad.org/en/Docs/poitetebd10.en.pdf>
- Veiga Neto, A. J. (1997). Michel Foucault y la educación: ¿hay algo nuevo bajo el sol? En A. Veiga Neto (comp.), *Crítica Pos-Estructuralista y Educación* (pp. 9-62). Laertes.