

# Artefactos y entidades naturales modificadas por medio de la biotecnología\*

*Artifacts and Natural Modified Entities Trough Biotechnology*

 Mónica María Márquez\*\*



\*El presente artículo deriva de la tesis doctoral del Instituto de Investigaciones Filosóficas de la Universidad Nacional Autónoma de México, y ha sido discutido en la Red Nacional Colombiana de Filosofía de la Tecnología.

\*\* Integrante del Grupo de Investigación *Episteme: Filosofía y Ciencia* de la Universidad del Valle, Cali, Colombia. Correo electrónico: monikamarquez@gmail.com

Fecha de recepción: 29 de octubre de 2019

Fecha de aceptación: 23 de enero de 2020

## Cómo referenciar / How to cite

Márquez, M. M. (2020). Artefactos y entidades naturales modificadas por medio de la biotecnología. *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 12(22), 197-215. <https://doi.org/10.22430/21457778.1242>

**Resumen:** el problema filosófico que representan los organismos modificados genéticamente ha sido poco abordado en las discusiones sobre artefactos en la filosofía de la tecnología. El propósito de este artículo es analizar diferentes posturas filosóficas respecto a este tipo de entidades naturales complejas, que no pueden ser definidas como objetos naturales simples, pues han sido intervenidos por medio de la técnica, pero tampoco como objetos artificiales, similares a las máquinas industriales o a otro tipo de objeto artefactual. Se evalúan dos posturas filosóficas: la primera, afirma que dichas entidades son artificiales, en el entendimiento de que los artefactos son objetos hechos por el hombre. La segunda, que estas entidades modificadas son objetos naturales producidos artificialmente, según Quintanilla y Jonas. Se presenta una propuesta que ofrece argumentos para reconocer, desde varias perspectivas, que las entidades naturales son sistemas autogenerativos: la autonomía constitutiva de Maturana y Varela, la autoorganización postulada por Kauffman y la autonomía de Ruiz-Mirazo y Moreno. Se propone una definición del tipo de objetos que serían los organismos modificados genéticamente, afirmando que son sistemas vivos autogenerativos que tienen un diseño intencional en los componentes artificiales. La consecuencia principal es que tal tipo de entidades no son iguales a artefactos.

**Palabras clave:** objetos naturales, objetos artefactuales, biotecnología, autoorganización de sistemas vivos, filosofía de la tecnología.

**Abstract:** The philosophical problem represented by genetically modified organisms has been insufficiently addressed in discussions of artifacts in the philosophy of technology. The purpose of this article is to analyze different philosophical positions regarding this type of complex natural entities, which cannot be defined as simple natural objects, since they have been intervened by means of technique, but neither as artificial objects, similar to industrial machines or to another type of artifactual object. Two philosophical postures are evaluated: the first asserts that these entities are artificial, in the understanding that artifacts are man-made objects. The

second says that these modified entities are artificially produced natural objects, according to Quintanilla and Jonas. A proposal is presented that offers arguments to recognize, from several perspectives, that natural entities are autogenerative systems: the constitutive autonomy of Maturana and Varela, the self-organization postulated by Kauffman and the autonomy of Ruiz-Mirazo and Moreno. A definition of genetically modified organisms is proposed, arguing that they are autogenerative living systems that have an intentional design in the artificial components. The main consequence is that such entities are not equal to artefacts.

**Keywords:** Natural objects, artifactual objects, biotechnology, self-organization of living systems, philosophy of technology.

## INTRODUCCIÓN

Los efectos del avance científico-tecnológico en nuestra sociedad pasan por analizar un gran número de casos problemáticos de artefactos materiales. Sin duda, para la filosofía de la tecnología la naturaleza de los artefactos representa un problema interesante al que se ha propuesto resolución desde diferentes enfoques y perspectivas. Sin embargo, dada la pluralidad de artefactos u objetos a clasificar y comprender, a veces se ha avanzado, pero en otros casos se encuentran enfoques sin puntos de unión, de tal manera que ciertas posturas filosóficas parecen irreconciliables.

Tal como lo plantea Mitcham (1994), existen diversidad de artefactos catalogados como objetos según los tipos básicos de tecnología: ropa, utensilios, estructuras, aparatos, herramientas, máquinas, autómatas o máquinas cibernéticas automatizadas (p. 163), y confirma que cada tipo de artefactos está llamado a su propia y única historia y análisis. Mitcham será un autor que analice la gran diversidad de casos de objetos de la tecnología e incluso dedica un apartado a lo que pocas veces se analiza, como son los organismos modificados (OM), que él denomina artefactos biológicos.

Estas entidades se refieren a organismos vivos cuyo material genético ha sido modificado directamente a través de las biotecnologías, y que comenzaron a desarrollarse en laboratorios biológicos desde la década de los 70 del siglo xx. Toda intervención sobre lo vivo tiene consecuencias sociales sobre la idea de la vida y de si esta puede modificarse, a partir de los desarrollos en ciencia, tecnología y sociedad. Este tipo de proyectos tocaría un punto relevante de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad, CTS, pues tales desarrollos biotecnológicos afectan la toma de decisiones y las vidas de los individuos en asuntos como los procedimientos de la medicina, la eugenesia, o la construcción artificial de partes de un organismo humano.

El caso específico de las células modificadas ha sido poco explorado, sobre todo, porque se asume que los sistemas vivientes, son naturales. Este caso se describe como la generación artificial de un material de ADN, completo en su secuencia genética, que se implanta después de manera artificial en el citoplasma de una célula natural. Al menos esta es la vía metodológica que analizaremos en el presente texto y que corresponde al trabajo de Craig Venter y su equipo

de investigación (que en adelante se referenciará como Gibson et al., 2010). En 2010, este equipo adelantó el desarrollo biotecnológico de una célula diseñada a partir de un genoma que se generó sintéticamente en laboratorio y que luego fue insertado en un citoplasma celular, de manera que la célula resultante fue intencionalmente diseñada por los investigadores.

El interés del presente texto es preguntarnos sobre los compromisos epistemológicos que implica concebir una célula modificada bien como una entidad natural o bien como una entidad artificial. A partir de la pregunta ¿qué tipo de entidad sería la célula modificada a la cual se le ha insertado un material genético completo? se presentan dos tipos de posturas contrastantes: a). La célula modificada por medios biotecnológicos como una entidad artificial. b). La célula modificada por medios biotecnológicos como una entidad natural pero modificada artificialmente. Se han seleccionado diferentes enfoques, como el enfoque funcionalista, el enfoque dual de los artefactos, el enfoque de la autonomía biológica, que corresponden a los campos de la filosofía de la ciencia, los estudios sobre ciencia y tecnología y la filosofía de la biología, respectivamente.

## METODOLOGÍA

En primer lugar, se abordó el ejemplo de las células modificadas en la descripción y justificación del desarrollo adelantado por Gibson et al., (2010) cuando se refieren a ellas como células sintéticas. En el caso específico de las células modificadas, la primera postura afirma que los OM específicamente son entidades artificiales y se niega lo natural; esto supone una postura radical sustentada en una noción de lo artificial como aquello intervenido por el ser humano, o lo hecho por la mano del hombre, definición que se remonta a la antigua distinción de lo artificial y lo natural en Aristóteles.

En segundo lugar, se expone una postura que corresponde a un enfoque funcionalista en el que los OM siguen siendo objetos naturales, pero modificados artificialmente (Quintanilla, 2005; Jonas, 1997). En tercer lugar, se presenta la propuesta que sostiene la idea de que los OM deben entenderse como una entidad compleja en la que una materialidad diseñada, que contiene elementos sintéticos, funciona dentro de una materialidad autorrecursiva capaz de autorreplicarse y

autogenerarse, reconociendo que la entidad modificada es dependiente de una materialidad biológica.

Esta propuesta se desarrollará a partir de las teorías de la complejidad autopoiética de Maturana y Varela (1994) y Varela (1979); la autoorganización de Kauffman (1995); el concepto de autonomía biológica en Ruiz-Mirazo y Moreno (2004). La propuesta que se expone como aporte de investigación teórica de este texto, parte de una anterior, expuesta por Márquez (2010) con algunas modificaciones, para afirmar que son un tipo de entidades que corresponden a sistemas vivientes autogenerativos en su materialidad y que han sido intencionalmente modificadas con componente artificiales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### *Postura filosófica I: organismos modificados como objetos artificiales*

Cuando en el año 2010 se divulgó la creación de una célula modificada por procedimientos tecnológicos, Gibson et al., (2010) (equipo dirigido por Craig Venter) anunciaba:

Nos referimos a una célula de este tipo, controlada por un genoma formado por piezas de ADN químicamente sintetizadas, como una “célula sintética”, aunque el citoplasma de la célula receptora no sea sintético (p. 55)<sup>1</sup>.

El empleo del término *sintética* implicaba para ellos que el ADN sintetizado se replicaría en la célula receptora, de manera que la célula nueva sería totalmente sintética. De esta descripción como célula sintética se deriva que los organismos modificados genéticamente son objetos artificiales y se da todo el peso a la acción intencional que el ser humano ejerce por medio de la tecnología.

Esta postura representa una tesis muy fuerte sobre la vida, pues la intervención tecnológica convertiría, de manera automática, a los organismos o seres vivos en un producto artificial. Interesa cuestionar esta definición, pues los sistemas vivientes no pueden ser reducidos a partes ensambladas artificialmente, que se sincronizan en engranajes por meros movimientos de unas piezas con otras, a partir de una concepción de la vida heredada del cartesianismo.

<sup>1</sup> A menos que se indique lo contrario, todas las traducciones son de la autora.

Sin duda, el pensamiento antiguo aristotélico ha influido en este tipo de concepciones sobre los artefactos. La dicotomía entre las cosas naturales y las cosas artificiales define unos entes que se dan por naturaleza, por un lado, los animales y sus partes y las plantas; y por otro, los cuerpos simples, como la tierra, el fuego, el aire y el agua. En el extremo contrario a las cosas naturales, estarían las artificiales, cuya forma es accidental, porque no obedece a un principio interno, sino a un agente externo que la determina.

Este pensamiento define todo lo hecho o manufacturado por el ser humano como un producto técnico. Lo fundamental en esta definición de lo artificial es el criterio de hecho/ producido, por ejemplo, un pedazo de madera es algo natural, mientras que una silla de madera es un objeto artificial. Los objetos del mundo quedan así divididos en dos tipos de grupos: los objetos naturales y los objetos artificiales, pero esta división de objetos ya no es aplicable a un mundo donde la técnica ha intervenido casi todo tipo de objetos. Sin embargo, si se acepta que lo intencional es lo hecho por la mano del hombre, entonces, en este caso, los OM podrían definirse como artefactos biológicos, porque han sido hechos por el hombre.

## **Postura filosófica II: organismos modificados como objetos naturales modificados artificialmente**

Quintanilla (2005) presenta una segunda postura según la cual, aunque los OM sean producidos de manera artificial por medio de la técnica, siguen siendo objetos naturales. La justificación argumentativa es que los OM son modificados artificialmente y contienen partes ensambladas artificialmente, pero continúan sus procesos naturales.

El autor realiza una caracterización de los artefactos y de lo que estructura un proceso tecnológico y menciona que, para el caso del organismo modificado, los pseudoartefactos se definirían en estos términos: «Si el objeto no solo es ensamblado artificialmente, sino que además no pertenece a ninguna clase natural de objetos, decimos entonces que es un artefacto en un sentido estricto» (p. 82).

Esta definición indica que los objetos ensamblados artificialmente, que son objetos naturales, no serían un artefacto en sentido estricto, pues pertenecen a la clasificación de cosas naturales. Ahora bien, el hecho de considerarlos

pseudoartefactos nos ofrece un camino para pensar los objetos naturales modificados de otra manera. Se reconoce que sus componentes genéticos quedan insertados en los organismos y que la incorporación de los genes es dirigida y quedan dentro de la célula o citoplasma receptor, como ya se explicó, pero que todo esto no significa que se esté realizando una construcción desde cero.

Para Jonas (1997) habría dos tipos de técnicas, la mecánica y la biológica. La técnica mecánica trabaja con materia muerta o amorfa, a partir de la cual se construye el objeto desde cero hasta obtener un artefacto. Esto permite la fabricación total, en la que tanto la estructura del todo como la de cada una de sus piezas es construida a partir de la materia amorfa. «En la construcción mecánica con materia inerte, la fabricación recorre todo el camino desde la materia prima hasta el producto acabado que compone enteramente a partir de piezas independientes» (Hernández González & Prieto Pérez, 2007, p. 265).

Por otro lado, estaría la técnica biológica o biotecnología. Esta busca transformar las estructuras existentes de los organismos, así que solo puede cambiar el plan existente en el organismo y realizar una fabricación parcial. En este punto, Jonas (1997) se refiere a otro aspecto que es la complejidad estructural de los organismos modificados, y afirma que: «ya que el hombre desconoce todos sus componentes no puede haber una referencia a una construcción total» (p. 110).

Como consecuencia, este autor enfatiza en que nunca se podrá realizar una fabricación total de los organismos a partir de elementos químicos, y que tal fabricación *ex novo* es difícilmente esperable en la práctica, pues, «La primera y radical modalidad –el verdadero nuevo diseño– y síntesis de organismos avanzados mediante construcción cromosómica de los elementos moleculares está prácticamente excluida» (Jonas, 1997, p. 130).

Con todo esto, Jonas (1997) defiende la imposibilidad de un diseño total de los organismos, ya que la construcción de un ser vivo con mínima complejidad, como la célula, se ve imposible en términos de una fabricación total. La materialidad de los artefactos técnicos, como los instrumentos de laboratorio, los aparatos eléctricos, electrónicos, las máquinas industriales, entre otros, es distinta a la materialidad de las entidades vivas, las cuales no pueden, en consecuencia, diseñarse totalmente. Pero esta postura no define bien qué tipo de materialidad es esta para contribuir a plantear una propuesta robusta sobre lo que representan

los organismos modificados como entidades singulares como una materialidad viviente diseñada.

### ***La materialidad de los objetos técnicos y sus funciones seleccionadas y diseñadas***

Hay un segundo enfoque sobre esta segunda postura que considera a los organismos modificados como entidades biológicas, pero que son diseñados artificialmente, es el enfoque de funciones.

En los objetos naturales modificados por medio de la tecnología hay que reconocer un diseño material. Desde el campo de la filosofía de la tecnología, Kroes y Meijers (2006) y Kroes (2010), reconocidos por el enfoque dual de los artefactos, consideran al artefacto como aquel objeto físico basado en dos conceptualizaciones: que es diseñado intencionalmente por seres humanos y que solo puede ser entendido si se explica a partir de las funciones que desempeñará como objeto físico.

Kroes (2010) afirma que los artefactos técnicos son objetos híbridos, en el sentido de que estas dos conceptualizaciones son necesarias para el recuento de su naturaleza como objetos técnicos. La conceptualización física puede dar cuenta de la forma como el artefacto trabaja en términos del proceso físico. Pero ser un mero objeto físico no es ser un artefacto técnico. Sin su función, el objeto pierde su estatus como objeto técnico (p. 56).

Sin embargo, este enfoque funcionalista parece poner a todos los organismos en un mismo tipo de entidades susceptibles de tener funciones seleccionadas. En aras de aclarar que puede haber diferentes tipos de funciones asignadas, es interesante mencionar a Sperber (2007) quien sostiene desde un enfoque sociológico que la tecnología se da dentro de una cultura que modifica todo tipo de objetos (p. 134).

La idea de un *continuum* de objetos intervenidos culturalmente por las prácticas tecnológicas es lo que la historia de la humanidad ha desarrollado, desde el perro, como animal doméstico, pasando por las plantas con sus modificaciones en las hibridaciones, hasta lo que pudieran ser entidades totalmente dependientes del ser humano. De esta manera, se pueden incluir desde aquellos objetos biológicos con poca modificación, hasta aquellos domesticados, aquellos cultivados o aquellos rediseñados en su material genético.

Sperber (2007) define un artefacto como un objeto intencionalmente producido para cierto propósito con funciones; la función principal del artefacto se origina a partir del efecto para el que se diseñó o efecto esperado (*intended effect*), mientras que la función biológica es un rasgo seleccionado del organismo o efecto seleccionado (*selected effect*) (p. 126). De esta manera introduce también la posibilidad de reconocer que hay cierto tipo de artefactos culturales que son de origen biológico, y a los que denominará artefactos biológicos y culturales (*biological cultural artifacts*), y que son artefactos porque dependen del ser humano para mantenerse en existencia, como es el caso de las variedades de uvas sin semilla (p. 124).

Este tipo de explicaciones sobre las funciones viene de una tradición en filosofía de la biología que se refiere a funciones propias, idea que fue desarrollada por Millikan (1989) y parte de la propuesta histórico-etiológica de Wright (1973), que básicamente afirma que un órgano u objeto está en donde está porque cumple una función determinada, y en segundo lugar, la función es una consecuencia de que el órgano u objeto este ahí; por ejemplo el corazón y su función de bombear sangre (p. 139).

Pero Millikan (1989) añade que el concepto de función propia resuelve el problema de que una función sea desempeñada por diferentes objetos, ya que un fenómeno tiene una función propia solo si pertenece a una familia establecida reproductivamente, es decir, que pertenezca a un linaje. Esta reproducción no tiene que ser biológica, continúa la autora, sino que basta con que se reproduzca cualquier carácter que pertenezca a un modelo determinado en cuyo caso se pueden reproducir genes, gestos culturales o artefactos (p. 289).

Cuevas Badallo (2008) es una autora que iría en la dirección de Sperber y su argumentación apela a la selección artificial o intencional de rasgos en los organismos. Esto se refiere a la selección y modificación de caracteres fenotípicos ligados con funciones específicas en los organismos (p. 75). Para ella, el problema de los organismos modificados debe enfocarse desde la comprensión adecuada de lo que es la selección artificial, las funciones adscritas intencionalmente a ciertos órganos o rasgos seleccionados.

El animal domesticado o el que es usado en los sistemas de producción de carne o leche, es producto de la selección artificial por parte del hombre, es decir, existe gracias a la selección artificial.

Los bioartefectos, tales 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 el mecanismo biológico implícito sea diferente. Simplemente cambiamos las circunstancias contextuales y la selección ya no sería ciega, sino intencional o teleológica (Cuevas Badallo, 2008, p. 83).

Para esta autora, tanto los organismos domesticados como los animales utilizados en sistemas productivos y los organismos productos de la biotecnología serían parte de la categoría de los bioartefectos, dado que presentan ciertos rasgos y funciones adscritas por las que han sido seleccionados. Es decir que «...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» (Cuevas Badallo, 2008, p. 73).

En este sentido, esta propuesta resalta el hecho de que la selección artificial actúa como una fuerza intencional que favorece ciertas formas y lleva a la producción de cierto tipo de organismos que son los que interesan al sistema productivo. Sin embargo, presenta algunos problemas en cuanto a la explicación funcional.

Cuevas Badallo retoma la concepción de función propia desarrollada por Millikan (1989) y traslada la discusión al caso de los animales domésticos para sostener que tales organismos son producto de un diseño que tiene su explicación en un rasgo seleccionado en el pasado.

De esta manera, un bioartefecto también será diferente de un organismo biológico, fundamentalmente porque "su existencia en el mundo depende de nuestra producción y uso" (...) "las vacas lecheras pueden sobrevivir gracias a que nosotros las hemos producido y ahora mantenemos una cierta relación con ellas (Cuevas Badallo, 2008, p. 75).

La selección artificial supone técnicas en las que los caracteres se seleccionan en las características observables: en las plantas tendríamos ejemplos como presencia o no de semillas, tamaño de granos, altura de una planta. En los animales, tendríamos el caso de tamaño de órganos, tamaño del animal, masa muscular, pelaje, entre muchos otros.

Cuevas Badallo (2008) utiliza un ejemplo en el que un órgano tiene una función adscrita bastante definida; como es la ubre de las vacas Holstein, dado el tamaño de este órgano y la función directamente relacionada con la producción de leche. Así, cuando un seleccionador elige a un animal, también define cuál individuo está desempeñando bien su función, eliminando a los demás y de esta manera, el seleccionador construye cierto tipo de población a partir de los que se mantienen artificialmente.

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 (Cuevas Badallo, 2008, p. 90).

Esto es cierto en el sentido de que la selección artificial favorecerá ciertas características en los organismos seleccionados. Lo que no es cierto es afirmar que, si estos organismos existen solo gracias a que nosotros los hemos seleccionado, dejarían de existir si no cumplen su función, pues los animales seguirían existiendo si no fuera porque el ser humano en los sistemas productivos los elimina. Los organismos vivos tienen la capacidad de tomar cursos evolutivos distintos a los impuestos y que no dependen de nuestro cuidado para su existencia

En consecuencia, es importante decir que este tipo de definiciones como *objetos culturales biológicos*, *bioartefectos*, o el mismo *enfoque dual* son interesantes, pero aunque ubican las dos dimensiones de un artefacto, su materialidad y su función, a la vez, no son suficientes para explicar con una función para la cual fueron diseñados los OM, puesto que una función tiene que explicarse desde una estructura que contiene una dinámica funcional emergente de lo vivo, que corresponden a una autoorganización de la célula.

Por su parte, y a diferencia de autores que enfocan el organismo vivo desde la utilidad que tiene para el ser humano, Monterroza Ríos (2018) sugiere que, si bien las analogías entre los artefactos y los organismos hacen parte de la tradición metafísica occidental, es evidente que existen diferencias importantes entre las funciones de la biología y las de los objetos artificiales o, mejor dicho, entre las funciones desde un enfoque biologicista y un enfoque tecnológico.

La diferencia más evidente es que en las funciones artificiales existe el componente de la acción intencional, mientras que en los seres vivos no. Por lo general, en las teorías biológicas de la función no aparece la intencionalidad humana, mientras que en las teorías artefactuales es un componente que debe ser mencionado (Monterroza Ríos, 2018, pp. 113-114).

Estaremos de acuerdo con esta importante salvedad, pues precisamente este texto tiene como propósito analizar el caso de los OM, porque es en este tipo de casos donde se aclara y pueden resolverse ciertos malos entendidos de las teorías sobre los artefactos cuando son aplicadas, de manera indistinta, a todo tipo de artefactos, lo cual puede dar claridad sobre qué entendemos cuando hablamos de intervenir tecnológicamente un sistema.

Monterroza Ríos (2018) afirmará que la descripción de organismos y de artefactos se ha hecho con base en términos de utilidad:

Ciertamente, el concepto de función ha sido usado tanto para descripciones de los organismos como de los artefactos desde la antigüedad, precisamente porque ambos han sido descritos en términos funcionales, esto es, con la idea de que ambos nos son útiles para algo (p. 113).

Lo que queremos enfatizar es que lo que está circunscrito a las entidades vivientes constituye un tipo singular de entidades que no pueden reducirse a visiones mecanicistas ni tampoco ser explicadas a partir de funciones adscritas. Esta cuestión es importante entender el error de los enfoques, e incluso los programas de investigación, que equiparan organismos y artefactos, con la consecuencia de que se le da un lugar diferente a la actividad funcional biológica de una entidad viviente, pues está circunscrita a su utilidad para el ser humano.

En otro sentido, considerar que organismos y artefactos son sistemas similares tiene ciertas consecuencias. Parente (2019), quien analiza artefactos y organismos vivos haciendo referencia a los sistemas vivientes en comparación con la estructura de los objetos técnicos, asume, precisamente, la vía contraria cuando afirma que el proceso de organización de un artefacto tiende a ser más autónomo y similar a un organismo vivo. De esta manera un objeto técnico *concretizado* es uno que gana en autonomía al prescindir de muchas de las entradas de un medio artificial, que además tiene una coherencia interna.

En este texto señalamos que sí hay una distinción entre entidades vivientes y entidades artefactuales y que la manera del tratamiento de tales entidades vivientes requiere un análisis teórico independiente que dé cuenta de la manera cómo funcionan en sí mismas y esta sería una distinción totalmente pertinente en estos términos.

La pregunta que nos guía para el siguiente apartado puede ser planteada de la siguiente manera cuando nos referimos a los organismos modificados genéticamente, OMG, ¿a qué tipo de dinámica funcional estamos refiriéndonos, es decir, en qué tipo de sistema particular están actuando las inserciones e intervenciones tecnológicas?

### ***Autopoiesis y autoorganización de los sistemas vivientes***

Es adecuado reconocer que cuando las acciones técnicas insertan componentes artificiales en una entidad viva constituyen un diseño intencional, pero es de aclarar que se ponen dentro de una entidad viviente con su materialidad singular que tiene una dinámica funcional especial. Para argumentar esto, nos enfocaremos en las perspectivas de teorías de la complejidad sobre los sistemas vivientes de Maturana y Varela (1994), y Varela (1979) y que serán la guía para investigaciones posteriores desde el enfoque de los sistemas autoorganizativos que plantea Kauffman (1995), y Ruiz-Mirazo y Moreno, (2004).

Maturana y Varela (1994) coinciden en que lo fundamental que define a los sistemas vivientes, en términos de una organización especial, es una autoorganización de los componentes del sistema denominada organización autopoietica. Estos autores parten de una perspectiva descriptiva de la operación de los componentes de un

sistema vivo mínimo, como la célula, para realizar una serie de abstracciones que definirían las reglas constitutivas de un sistema vivo operante.

La organización autopoietica es un tipo de organización en la que los componentes son, a su vez, productos y constituyentes de un proceso que se define como una unidad, es decir, la célula se define como una unidad que se produce a sí misma. «La organización autopoietica significa simplemente procesos concatenados de una manera específica tal que los procesos concatenados producen los componentes que constituyen y especifican al sistema como una unidad» (Maturana & Varela, 1994, p. 70).

Esto ocurre no solo en términos de su estructura físico-química, sino también en tanto en cuanto unidad organizada, esto es, en referencia a su identidad autoproducida: «La idea es que la organización de lo vivo no está en las propiedades de sus componentes, sino en los procesos y relaciones, entre procesos realizados a través de sus componentes» (Varela, 1979, p. 6).

La teoría de autopoiesis puede, efectivamente, justificar una manera de concebir las entidades naturales como una unidad mínima operante que no puede encontrarse en las entidades de tipo artefactual que funcionan también como sistemas operantes, pero que requieren de energía externa para su funcionamiento.

Para Kauffman (1995; 2003) la vida es como un fenómeno emergente al que no se le puede dar una explicación reduccionista, en la cual los procesos biológicos quedarían, simplemente, explicados por medio de procesos químicos y estos a su vez exhaustivamente explicados por procesos físicos.

Kauffman (1995) considera que el ADN se replica como parte de una compleja red, que no es una molécula autosuficiente capaz de autorreplicarse sin la presencia de otros componentes del sistema celular y, por tanto, es una unidad que depende de todos los componentes del sistema: «El ADN se replica solo como una parte de una red autocatalítica de reacciones y enzimas en las células» (Kauffman, 1995, p. 51).

Este enfoque sostiene el error desde la caracterización de los artefactos que deriva en una descripción de los sistemas vivos como unidades operantes, que puedan compararse teóricamente con los sistemas artificiales. Esto quiere decir que en una célula los componentes por separado no dan cuenta de la operación del sistema,

ni siquiera si nos referimos a un componente principal como el ADN conteniendo los genes.

Ruiz-Mirazo y Moreno (2004) consideran que Maturana y Varela pretendieron dar cuenta del aspecto *interno* de la organización de los sistemas vivos, que sería el metabolismo, y del aspecto *externo* de tal organización, que sería la agencia. En este sentido, aceptan que es la relación recursiva entre trabajo y constreñimientos la que se debe establecer para lograr que un sistema sea autónomo y que un sistema autónomo es operacionalmente cerrado y termodinámicamente abierto (p. 235).

### ***Propuesta de organismos modificados como sistemas vivientes autogenerativos con componentes artificiales***

De manera que con los elementos presentados pasamos a construir la propuesta sobre el tipo de entidades que son los organismos modificados. Para esto comenzaremos lo que en un lenguaje filosófico representa la dinámica funcional de lo vivo a partir del concepto de *physis*.

Históricamente, la *Física* de Aristóteles constituye la disyunción entre un mundo natural y un mundo artificial. En este punto, habría que recuperar la misma definición de *physis* que puede ser valiosa cuando se distingue a una entidad natural de una artificial, como aquello que es por sí mismo. Según Aristóteles, «En efecto, la naturaleza es un principio y causa de cambio y del reposo de aquella cosa en la que se da primariamente por sí misma y no sólo en sentido accidental».

Mitcham (1994) recupera esta definición y considera que la crucial distinción entre lo natural y lo artificial es que lo natural tiene su fuente de movimiento y quietud dentro de sí mismo, mientras que para los artefactos la fuente de movimiento y quietud está en otra cosa:

Una máquina, por ejemplo, exhibe una tendencia inherente a deteriorarse a causa de que su forma y materia no son realmente una sola; para funcionar como una máquina en periodos sobreextendidos se requiere mantener una entrada regular de alguna fuente humana. Este es el contraste de una planta (y todas las cosas vivientes), la cual genera y se regenera a sí misma, inasistida por los seres humanos (p. 172).

Para Mitcham (1994), entonces, tanto la ingeniería genética como la biotecnología van en la dirección en la que «los asuntos metafísicos surgidos por los artefactos químicos son intensificados por las posibilidades de los artefactos biológicos, los cuales pueden transformar lo que puede haber sido tomado como aberraciones o excepciones» (p. 173). Él se refiere a artefactos biológicos, en tanto en cuanto cualquier objeto natural tiene una regeneración en sí misma que no tienen los objetos artefactuales.

Se trata de reconocer la autoorganización y autorrecursividad que presentamos en los autores Kuffman (1995), Ruiz-Mirazo y Moreno, (2004) como elementos que posibilitan la regeneración continua del sistema viviente. Este es un enfoque *sistémico* y da cuenta, por un lado, de las entidades modificadas como sistemas y, por otro, de lo artificial como una manera en que tecnológicamente se producen ciertos componentes.

La materialidad en este tipo de entidades es importante y no puede ser reducida a un funcionamiento similar al de un artefacto, como lo es un engranaje de partes ensambladas, sino que es de gran complejidad. La materialidad atiende a una funcionalidad en la cual la acción y la constitución serían una sola cosa, los componentes son los que se producen dentro del sistema en el que desempeña funciones.

De manera que la propuesta de definición que presentamos se refiere a los OM como un tipo de entidades como sistemas vivientes autogenerativos, que contienen componentes artificiales diseñados. Este haría parte de un enfoque que denominamos *sistémico* pues reconoce la entidad viva como un sistema complejo explicado por las relaciones y su autorrecursividad y, por tanto, irreductible a partes de un artefacto.

## CONCLUSIONES

El enfoque funcionalista tiene la debilidad de que no presenta las funciones en los organismos como parte de un sistema total viviente. Esto significa que no se puede hacer referencia a una función adscrita ni a una característica seleccionada para una función de manera aislada, cuando lo más singular de los sistemas vivientes es precisamente que tal función no se ejecutaría si no estuviera en funcionamiento el operar de un organismo o entidad viviente como un todo.

Por ejemplo, lo que corresponde a funciones como respirar, producir unidades de energía ATP (adenosín trifosfato) o desechar productos por la membrana citoplasmática son funciones que están integradas al sistema, porque no se puede concebir respirar parcialmente ni sin que se consideren todos los demás componentes del sistema.

Este enfoque que presentamos lo hemos denominado *sistémico* sobre las entidades vivientes. Nos libera de la descripción de organismos vivos como si fueran órganos, lo cual es la debilidad del enfoque funcionalista, porque termina por utilizar este concepto para afirmar que en los artefactos las funciones son seleccionadas intencionalmente para un propósito, una utilidad, una operación que realizan y finalmente se reduce a los organismos vivos a partes, que serían los órganos seleccionados para funcionar.

Como consecuencia, se deriva en una resolución sobre la naturaleza de los organismos modificados, por el hecho que efectivamente el mundo de los sistemas vivientes tiene particularidades contrastantes con el mundo de la materia fisico-química. Es decir, cuando se interviene un organismo vivo el resultado no es un artefacto, ni ninguna combinación de términos que convoquen a considerarlos artefactos de algún tipo.

## REFERENCIAS

- Cuevas Badallo, A. (2008). Los bioartefactos: viejas realidades que plantean nuevos problemas en la adscripción funcional. *Argumentos de razón técnica*, (11), 71-96. [URL](#)
- Gibson, D. G., Glass, J. I, Lartigue, C., Noskov, V. N., Chuang, R. Y., Algire, M. A., Benders, G. A., Montague, M. G., Ma, L., Moodie, M. M., Merryman, C., Vashee, S., Krishnakumar, R., Assad-Garcia, N., Andrews-Pfannkoch, C., Denisova, E. A., Young, L., Qi, Z. Q., Segall-Shapiro, T. H., Calvey, C. H., Parmar, P. P., Hutchison III, C. A., Smith, H. O., Venter, J. C. (2010). Creation of a Bacterial Cell Controlled by a Chemically Synthesized Genome. *Science*, 329(5987), 52-56. [URL](#)
- Hernández González, M. & Prieto Pérez, J. L. (2007). *Historia de la ciencia* (Vol. 2). Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.
- Jonas, H. (1997). *Técnica, medicina y ética: sobre la práctica del principio de responsabilidad*. Paidós.

- Kauffman, S. (1995). *At Home in the Universe: The Search for the Laws of Self-Organization and Complexity*. Oxford University Press.
- Kauffman, S. (2003). *Investigaciones: complejidad, autoorganización y nuevas leyes para una biología general*. Tusquets.
- Kroes, P. (2010). Engineering and the Dual Nature of Technical Artefacts. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 51–62. [URL](#)
- Kroes, P. & Meijers, A. (2006). The dual nature of technical artefacts. *Studies in History and Philosophy of Science*, 37(1), 1-4. [URL](#)
- Márquez Sánchez, M. M. (2010). *El estatuto ontológico de los organismos modificados y sus consecuencias epistémicas* (Tesis de doctorado). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México. [URL](#)
- Maturana, H. & Varela, F. (1994). *De máquinas y seres vivos. Autopoiesis: la organización de lo vivo*. Editorial Universitaria.
- Millikan, R. G. (1989). In Defense of Proper Functions. *Philosophy of Science*, 56(2), 288-302. [URL](#)
- Mitcham, C. (1994). *Thinking through Technology: The Path between Engineering and Philosophy*. The University of Chicago Press.
- Monterroza Ríos, A. D. (2018). *La naturaleza heterogénea de los artefactos técnicos: Un análisis ontológico*. Fondo Editorial ITM.
- Parente, P. (2019). Organismos, máquinas y bioartefactos. Problemas y variantes en la perspectiva de G. Simondon. *Artefactos*, 8(1), 6-23. [URL](#)
- Quintanilla, M. A. (2005). *Tecnología: un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*. Fondo de Cultura Económica.
- Ruiz-Mirazo, K. & Moreno, A. (2004). Basic Autonomy as a Fundamental Step in the Synthesis of Life. *Artificial life*, 10(3), 235-259. [URL](#)
- Sperber, D. (2007). Seedless Grapes: Nature and Culture. En E. Margolis y S. Laurence (editores), *Creations of the Mind: Theories of Artifacts and Their Representation* (pp. 124-137). Clarendon Press. [URL](#)
- Varela, F. J. (1979). *Principles of Biological Autonomy*. North Holland.
- Wright, L. (1973). Functions. *The Philosophical Review*, 82(2), 139-168. [URL](#)