

# PRÁCTICAS DISRUPTIVAS EN LA MEDICINA REGENERATIVA Y LA TERAPIA CELULAR: DE LA HETERONORMATIVIDAD DE LABORATORIO A LA EMERGENCIA DE NUEVAS EXCLUSIONES BIOECONÓMICAS\*

María José Miranda Suárez

Universidad de Oviedo  
[mirandasmaria@uniovi.es](mailto:mirandasmaria@uniovi.es)

## RESUMEN

Las innovaciones emergentes en medicina regenerativa y terapia celular han posibilitado múltiples rupturas con las leyes y paradigmas que determinaban los inicios de la biología del siglo xx. La desestabilización de categorías y dicotomías que demarcaban heteronormativamente esta ciencia posibilitó la irrupción de investigaciones que desligaban la investigación genética del sexo, deshaciendo la infertilidad como el límite de la integridad entre especies o la inmunidad como la marca de individuación orgánica. Sin embargo, estos desarrollos tecnocientíficos continúan generando otro tipo de mecanismos de exclusión de corte bioeconómico, tal y como analizaremos: desde el refuerzo de las condiciones de vulnerabilidad de los cuerpos de mujeres donantes al respaldo de promesas terapéuticas que desconectan semióticamente los contextos de incertidumbre en los que se desarrollan estas tecnologías, hasta la implementación de una comprensión performativa de la salud reducida a términos de consumo individual.

**PALABRAS CLAVE:** medicina regenerativa, terapia celular, determinismo biológico, teoría *queer*, bioeconomía.

DISRUPTIVE PRACTICES IN REGENERATIVE MEDICINE AND CELL THERAPY:  
FROM LABORATORY HETERONORMATIVITY TO THE EMERGENCE  
OF NEW BIOECONOMIC EXCLUSIONS

## ABSTRACT

Innovations in regenerative medicine and cell therapy have made possible multiple breakings in the laws and paradigms that determined the beginnings of 20th century biology. The destabilisation of categories and heteronormative dichotomies that demarcated this science made possible the irruption of studies that separated genetic research from sex. Even so, the current implementation of these techno-scientific developments produce other types of exclusion mechanisms we will analyse from a bio-economic point of view: from the reinforcement of the conditions of vulnerability of women donors, to the support of therapeutic promises that semiotically disconnect the contexts of uncertainty of these technologies or the implementation of a performative understanding of health in terms of individual consumption.

**KEYWORDS:** regenerative medicine, cell-based therapy, biological determinism, queer theory, bioeconomy.



## 1. LOS ESTUDIOS DE GÉNERO FRENTE AL DETERMINISMO BIOLÓGICO

Los estudios de género comenzaron a consolidarse en el marco de los estudios culturales de vertiente anglosajona a partir de los años sesenta y setenta. Se configuraron como un campo académico transdisciplinar a partir de antecedentes tan diferentes como son las investigaciones de la antropóloga Margaret Mead en su obra de 1935, *Sex and Temperament in Three Primitive Societies*, donde se desnaturaliza la distribución de los roles de género a través de sus análisis etnográficos en Nueva Guinea; desarrollos feministas que encontramos en filósofas como Simone de Beauvoir y su libro *El segundo sexo*, de 1949; o la sociología de autores como Marcel Mauss, en «Une Catégorie De L'Esprit Humain: La Notion De Personne Celle De 'Moi'», de 1938, entre otros. Los inicios de estos estudios estaban caracterizados por el crecimiento de los movimientos de mujeres en torno a las políticas de identidad y el desarrollo de centros de estudios de la mujer, como señala Kath Woodward en *Identity and Difference*, de 1997. En España empezaron a desarrollarse en distintas universidades y, en ocasiones, bajo diferentes acepciones como es el caso de los «estudios de la mujer» o los «estudios feministas». Destacaron así, a finales de los años setenta, numerosos trabajos en distintas disciplinas académicas, como la sociología, de María Antonia García de León y María Ángeles Durán, o la antropología, de Verena Stolke y Teresa del Valle, entre otras. Será a partir de obras como la de Sherry B. Ortner y Harriet Whitehead titulada *Sexual Meanings*, de 1981, cuando empiecen a escindirse los estudios de mujeres y los estudios de género despertando diferentes reacciones. Desde la de Braidotti en su obra de 1994, *Nomadic Subjects: Embodiment and Sexual Difference in Contemporary Feminist Theory*, donde señala los peligros de la desradicalización de los movimientos de la mujer al aparecer subsumidos por nuevos marcos posfeministas; a corrientes que apuestan por nuevas metodologías interseccionales. Precisamente, es desde el feminismo negro desde donde se plantea por primera vez la interseccionalidad, en el trabajo de Kimberle Crenshaw de 1989, *Demarginalizing the Intersection of Race and Sex: A Black Feminist Critique of Antidiscrimination Doctrine, Feminist Theory and Antiracist Politics*. Gracias a ello, a partir de los años noventa, la categoría de género comenzó a investigarse en relación con otras nociones como son la etnicidad, el cuerpo, la racialización, la sexualidad, la salud o la biomedicalización, sin que por ello el análisis de las mujeres dejase de ser uno de los ejes vertebradores de estos estudios. En este sentido, uno de los hitos que generaron prolíficas investigaciones, tanto en filosofía de la ciencia y la tecnología como en los estudios sociales de la ciencia desde una perspectiva de género en España, lo encontramos en trabajos como el de Marta I. González y Eulalia Pérez Sedeño en *Ciencia, Tecnología y Género*, de 2002.

---

\* Este trabajo ha sido posible gracias al proyecto «Praxeología de la cultura científica. Conceptos y dimensiones» (FFI2017-82217-C2-1-P).

Son estos contextos, donde la categorización del género en un sentido dinámico y analítico, que no descriptivo, los que nos permiten complejizar tanto la diversidad intragénero como las relaciones del sistema sexo-género. Lejos de disolver el cuerpo, este se enriquece y amplía a través de las críticas al determinismo biológico. El trabajo de autoras como Henrietta Moore en 1993 con *The Differences Within and the Differences Between* o Sylvia Yanagisako y Jane Collier en 2007 con la obra *Hacia un análisis unificado del género y el parentesco* impulsó esta dirección al dejar de reducir la diferencia sexual a concepciones esencialistas, atendiendo también a los factores psicológicos y socioculturales que intervienen en su conceptualización.

Otra de las dimensiones que también se entretajan en estas investigaciones es el papel que juega la heteronormatividad entendida como aquella institución cultural de la heterosexualidad que opera en detrimento de las mujeres. De ahí que Celia Kitzinger y Sue Wilkinson en 1993 se refieran, en *Heterosexuality: A Feminism and Psychology Reader*, a la nunca examinada heterocentricidad de la vida cotidiana; o Lauren Berlant y Michael Warner planteen, en su texto de 1998 *Sex in Public*, qué instituciones, estructuras de comprensión y orientaciones prácticas hacen de la heterosexualidad no solo algo coherente, sino también un privilegio. En ese sentido, la matriz sexo-género-sexualidad posibilita abordar el análisis de las mediaciones simbólico-materiales que articulan la fluidez entre los conceptos que la constituyen. Es desde esa perspectiva desde la que analizaremos las prácticas discursivas de la investigación en biología celular, visibilizando qué prácticas heteronormativas escenifica en sus inicios y qué nuevos escenarios irrumpieron frente a ellas.

## 2. LENGUAJES, REPRESENTACIONES Y PRÁCTICAS HETERONORMATIVAS EN LA VIDA CELULAR

En *Gender Trouble* (1990), de Judith Butler, tanto la replicación paródica como la resignificación de los constructos heterosexuales en marcos no heterosexuales ponen de relieve el estado de lo originario. Si cada acción que se repite instituye el efecto de una identidad, entonces encontramos un intervalo –entre los actos de cada repetición– en el que el riesgo y el exceso pueden llegar a amenazar la identidad que está siendo constituida. Esta idea nos permite considerar que la estructura de la heterosexualidad puede llegar a ser frágil y esta desnaturalización de la identidad favorece tanto la posibilidad de abogar por cambios sociopolíticos concretos como analizar las implicaciones que supone hablar de múltiples identidades. Los límites de ese constante hacerse y deshacerse identitario han sido también explorados por Diana Fuss. En *Identification Papers*, de 1995, plantea que la mayor dificultad en el diseño de políticas es el papel que juega el subconsciente en la formación de roles a la hora de producir identidades, algo sobre lo que el sujeto apenas puede tener control. Como plantea Butler, las categorías de identidad tienden a ser instrumentos de regímenes reguladores al funcionar como categorías de normalización de estructuras opresivas. Ante esto, hablar del carácter performativo de género no solo supone hablar de lo referente a instituciones hegemónicas, identidades y relaciones, o lo que Butler señala como una matriz heterosexual, sino también de las políticas de iden-



tividad y los supuestos fundamentales sobre los que se establece. En *Gender Trouble*, Judith Butler argumenta que el género no es innato ni natural, sino que es el efecto performativo de actos reiterativos, es decir, que puede ser repetido y es repetido en y a través de marcos reguladores muy rígidos, que producen la apariencia fantasmagórica de una sustancia o de una forma natural de ser. En otras palabras, más que hablar de expresiones de una identidad innata, hablamos de actos y gestos que se aprenden, se repiten y con el tiempo crean la ilusión de una esencia de género innata y estable. Pero veamos cómo se encarnan estos procesos en la vida celular.

Tomemos como ejemplo el pictograma comúnmente observado de una célula. Son dos círculos concéntricos, uno que circunscribe la membrana plasmática y el otro que marca el límite del núcleo que contiene el ADN. Dos límites continuos, separando el interior del exterior, el núcleo del citoplasma. La célula se muestra así como autónoma, independiente y desconectada de otras células. Las teorías científicas basadas en las relaciones interaccionales entre núcleo y citoplasma como las de David Nanney en *The Role of the Cytoplasm in Heredity* (1957) o de Lewis Thomas en *The Lives of a Cell* (1974) han casi desaparecido, siendo reemplazadas por el reclamo de los genes que actúan como maestros jerárquicos en la célula. En la práctica, las fotografías que se presentan o publican tienden a ocultar la imagen de cómo son las células en el contexto de otras células y en diferentes estados, bien sean continuos, relacionales e interdependientes. La idea de representar las células como individuos aislados está facilitada por el concepto de la membrana como límite celular, más que por la separación teórica de sistemas celulares diferentes. Las células que tienden a realizar funciones similares se agrupan en sistemas organizados, como el sistema inmunológico y el sistema nervioso. Sin embargo, no hay una exclusividad de las funciones celulares, pese a que sean representadas perteneciendo a un sistema u otro. También pueden actuar como mediadoras entre dos o más funciones o realizar funciones comunes a varios sistemas. Por lo tanto, las metáforas de la individuación, autonomía y separación subyacen a una imagen de la biología celular que se presenta comúnmente en los libros de texto, artículos de revistas y presentaciones. Naturalmente, tales representaciones tienen una fuerte influencia sobre cómo los científicos conceptualizan, resuelven y retratan esta versión de cómo la naturaleza existe. Facilitan una visión de la vida, incluso en su nivel más pequeño, de separación, distancia y desconexión.

Todo cambio en las metáforas de lo que se estudia en biología celular y molecular conllevó cambios en cómo se estudian dichas disciplinas. Evelyn Fox Keller describe en su biografía de Barbara McClintock, titulada *A Feeling for the Organism* (1983), cómo esta premio Nobel comenzó su investigación buscando sensaciones en los organismos. El fisiólogo Winnie Devlin, en *Biochemical Flowering* (1994), explicaba su enfoque sobre el estudio de las células vegetales como un baño energizante en su fluido de la vida, un movimiento de interacción en donde el investigador se fusiona con el flujo de la bioquímica. El biólogo molecular Robert Pollack, en 1994 reinterpretó en *Signs of Life* el intento de entender el ADN en función de propiedades lingüísticas. Hablar de la sintaxis, la gramática y la semántica de un genoma humano supone entonces mirar cómo habla un gen a una célula y con qué significado lo hace. La incorporación de estas metáforas en el discurso de la biología celular



y molecular ayudó a cambiar la manera en que vemos las células, permitiendo que se reconozcan sus principios de relación y conexión.

## 2.1. RELACIONES CELULARES EN LAS NARRATIVAS DE LA FECUNDACIÓN

Las narraciones de la fecundación y la determinación del sexo tradicionalmente se han modelado sobre las pautas culturales de la interacción hombre-mujer, lo que ha dado lugar a que las asociaciones de género se sitúen en las células y sus componentes.

Es sabido que en numerosas metáforas, el espermatozoides y el óvulo aparecen masculinizados y feminizados, respectivamente. Y cómo sus interacciones han sido modeladas en comportamientos de cortejo y copulación, como analiza Meredith Smith en el texto de 1991 *Sperm Wars: The Battle for Conception*. No resulta sorprendente, entonces, encontrar esta relación dibujada en las diferentes conexiones entre el núcleo y citoplasma. El espermatozoides, después de todo, es visto como un núcleo móvil, mientras que el citoplasma del cigoto se derivaría enteramente del óvulo según Morgan en *The Theory of Gene*, de 1926. Una podría argumentar que el óvulo proporciona un componente nuclear igual al de los espermatozoides, pero incluso hoy en día la expresión «herencia materna» se considera idéntica a la «herencia citoplasmática».

El tropo del matrimonio fue utilizado durante los años de 1930 para investigar el citoplasma y el núcleo. Lo que una encuentra es una particular relación de esposo a esposa entre núcleo y citoplasma. En Alemania, se moldeó la célula de modo que el núcleo era el que contenía todas las funciones ejecutivas y el citoplasma simplemente hacía lo que le ordenaba el núcleo. De hecho, el citoplasma existía solo para ser manipulado por los genes nucleares. Como Hardwood ha señalado en *The Reception of Morgan's Chromosome Theory in Germany* (1984), los defensores de estas teorías escribieron sobre la supremacía (*Überlegenheit*) de los genes y el papel dominante del núcleo (*die dominierende Rolle des Kernes*). Otro punto de vista provenía de Waddington en su obra de 1940 *Organisers and genes*, en la que veía el matrimonio del núcleo y el citoplasma como una alianza o asociación. Waddington intentó mostrar biológicamente la igualdad del núcleo y el citoplasma, donde nadie domina a nadie. También encontramos perspectivas que declaraban que el citoplasma era el que debía dominar sobre el núcleo, tal y como señala Manning en su obra de 1983 *The Black Apollo of Science*. En cualquier caso, todos son puntos de vista que describen cómo las interacciones nucleares y citoplasmáticas son análogas a las relaciones entre hombres y mujeres heterosexuales.

En estos discursos, las metáforas de la calidez y frialdad también se incorporan en el análisis de la recombinación genética, durante el entrecruzamiento cromosómico. Cuando se rompe la doble hélice de ADN de una cromátida materna y de una cromátida paterna homóloga, es cuando se produce un intercambio recíproco de fragmentos. Es en esta etapa donde se caracterizan como «puntos calientes» las zonas en las que la frecuencia de entrecruzamientos durante la meiosis es extraordinariamente alta, y como «puntos fríos» las regiones de recombinación en las que



los entrecruzamientos tienen una frecuencia muy baja. Este tipo de narrativas las podemos encontrar en manuales como el de Juan Ramón Lacadena de 1996 titulado *Citogenética*.

## 2.2. DISIDENCIAS SEMIÓTICO-MATERIALES DE GÉNERO EN LOS LABORATORIOS

La protozoología será uno de los campos tradicionales donde encontramos desestabilizaciones del determinismo heteronormativo en las investigaciones que estaban en curso en la primera mitad del siglo xx. Mientras Hartmann en 1929, en *Verteilung, Bestimmung, und Vererbung des Geschlechtes bei den Protisten und Thallophyten*, celebraba que cada vez que se encontrasen diferencias dentro de la especie estarían relacionadas con los términos «macho» y «hembra», será Sonneborn, en *Sexuality in Unicellular Organisms* (1941), quien señale cómo esta dicotomía había creado problemas artificiales en la disciplina hasta el punto de dirigirla hacia las áreas menos productivas. Es más, plantea que podría surgir una protozoología ampliada si las distinciones entre «machos» y «hembras» fuesen abandonadas por «a» y «alfa», convirtiéndose así en una de las áreas más interesantes del campo.

Sin lugar a duda, el ámbito de la biotecnología es uno de los más disruptivos a la hora de desestabilizar binarios esencialistas y favorecer nuevas metáforas ontopolíticas y modelos epistémico-sociales. Como plantea Haraway, en «The Biological Enterprise» (1979), la expresión «ingeniería genética» es una metáfora masculina que se apropia de la función de la procreación en la tecnología. En ingeniería genética es frecuente encontrar la hipótesis según la cual el ADN es la molécula «maestra». David Nanney en «The Role of Cytoplasm in Heredity» (1957) y Evelyn Fox Keller en 1985 en *Reflections on Gender and Science* (1985) han criticado este punto de vista. Nanney argumenta que la esencia de la teoría del gen es interpretada para sugerir un gobierno totalitario. Se opuso al concepto de estado estable, ya que nos hace visualizar una organización dinámica que se autoperpetúa a través de las relaciones dependientes de diversas especies moleculares. Fox Keller también criticó la noción de McClung de hegemonía cromosómica por los mismos motivos. En 1901, McClung había afirmado en *Notes On the Accesory Chromosome* que los cromosomas representaban la suma total de todos los elementos de control sobre los procesos de metabolismo, contractilidad o reproducción que intervienen en la vida del organismo. El núcleo volvía a ser de nuevo el repositorio de todas las funciones de control celular. Fox Keller señalaba en *Reflections on Gender and Science* que, en el nivel celular, la representación jerárquica del ADN en la mayoría de los libros de texto se asemeja a organigramas de estructuras empresariales y que la estabilidad genética está asegurada por la unidireccionalidad del flujo de la información, tanto como la estabilidad política y social se supone en muchos sectores que requieren del ejercicio unidireccional de la autoridad. Esta jerarquía al nivel celular sería apoyada por la sociobiología sobre el nivel del organismo. De modo que los cuerpos solo serían vehículos para la propagación de los genes. Por su parte, la antropóloga Emily Martin también reescribió las narrativas de la fertilización en el texto de 1991 *The Egg and the Sperm: How Science Has Constructed a Romance Based on Stereotypical*



*Male-Female Roles*. El óvulo pasaba así a ser el participante activo en los trabajos que documentó en el laboratorio de su marido, Richard Cone.

### 3. LA EMERGENCIA DE LA TRANSBIOLOGÍA EN CONTEXTOS TECNOCIENTÍFICOS POSHUMANISTAS

El contexto contemporáneo de la investigación feminista en biomedicina exige afrontar nuevos modos y discursos de agencialidad material en la producción del conocimiento. Los debates actuales en torno a la noción de biomateriales son un buen ejemplo de ello. Según la edición de 2019 de David Williams y Xingdong Zhang *Definitions of Biomaterials for the Twenty-First Century*, se comprueba el carácter híbrido e interdisciplinar de una noción que refiere tanto a biocerámicas como a biopolímeros sintetizados por organismos vivos, hidrogeles, materiales biohíbridos, materiales inteligentes o materiales que inducen reparaciones de tejidos u órganos, entre otros. El desarrollo tecnocientífico nos sitúa ante contextos en los que necesitamos herramientas críticas que puedan abordar la emergencia de estos nuevos enredos entre agencias humanas y no humanas que entretejen diversos regímenes ontoepistémicos. Desde los trabajos de Donna Haraway sobre el *cyborg* en «A Manifiesto for Cyborgs: Science, Technology and Socialist Feminism in the 1980s» (1985) al realismo agencial de Karen Barad en *Posthumanist Performativity: Toward an Understanding of How Matter Comes to Matter* (2003), encontramos desafíos a los humanismos tradicionales, fundamentalmente de corte occidental y androcéntrico.

La desestabilización de la idea de humano opera así a través de investigaciones tales como los ensamblajes de materialidades en la obra de Celia Lury *Prosthetic Culture: Photography, Memory and Identity* (1998), el feminismo material de Stacy Alaimo y Susan Heckman en *Material Feminisms* (2008), el ecofeminismo de Richard Twine en «Genomic Natures Read Through Posthumanism» (2010), el cuerpo múltiple de Annemarie Mol en *The Body Multiple: Ontology in Medical Practice* (2002), el feminismo transcorpóreo de Stacy Alaimo en *Trans-Corporeal Feminisms and the Ethical Space of Nature* (2008), el feminismo poshumano de Cecilia Asberg en *Beyond the Humanist Imagination* (2011) o el giro que da Rosi Braidotti en *The Posthuman*, de 2013. El poshumanismo se plantea, entonces, como un modo de incorporar la diversidad de teorías feministas que comparten un interés por las materialidades transcorpóreas, desprendiéndose de esencialismos biológicos y culturales. También supone un nuevo modo de producción del conocimiento, que transgrede enfoques tradicionales.

Es en este marco en el que se desarrolla la transbiología de la mano de Sarah Franklin. En su artículo de 2006 «The Cyborg Embryo: Our Path to Transbiology», rescata el concepto de *cyborg* de Haraway y el análisis de las prácticas semiótico-materiales como una de las claves articuladoras de los denominados nuevos materialismos. Para Sarah Franklin, uno de los mejores *locus* donde identificar las hibridaciones del *cyborg* es el embrión, dado su carácter ontológico híbrido y múltiple. Entendemos por transbiología aquella categorización a partir de la cual la biología no nace como es, al estar en constante articulación con las diferentes disciplinas que la comodelan.



Un buen ejemplo de ello es el proceso de devenir de la oveja Dolly, el cual construía y era construido a través de una panoplia de elementos como máquinas, agencias de comunicación, códigos, mensajes, organismos, lo ovino, lo humano o la reingeniería. Hablar de transbiología implica, así, hablar de un ensamblaje continuo de recombinaciones de partes y nuevos entramados tecnosociales. Considerando que el prefijo *trans-* posibilita la descripción y teorización de nuevas identidades híbridas, las semióticas que configura contribuyen a identificar características del giro posgenómico en las biociencias y en la biomedicina. Gracias a la transbiología, podremos delimitar en qué consisten los contratos sociales hoy en día, los intercambios, los acuerdos, las exclusiones o los caminos que hacen posible la emergencia de una genética posmolecular, en la que la biología existe de múltiples formas: digital, virtual, sintética, mimética o algorítmicamente.

### 3.1. LAS TÉCNICAS DE FUSIÓN E HIBRIDACIÓN CELULAR

Prácticas que logran desvincular las relaciones causales entre reproducción, deseo sexual y subjetividades, desarticulando el determinismo biológico y la norma asociada que las sustenta, según Nina Lykke en «Are Cyborgs Queer?» (2000).

Las posibilidades de la genética de las células somáticas, es decir, aquellas que se obtienen de un embrión y, por tanto, con una potencialidad para especializarse mucho más restringida, comenzaron a ampliarse a través de las técnicas de cultivo. Tan pronto como las células somáticas en cultivo adquirieron los linajes puros conferidos por la clonación de células, a través de las prácticas desarrolladas en la década de 1950, comenzaron los intentos de combinarlas y recombinarlas. Como resultado, en la década de 1960 surgió la fusión celular y la hibridación celular. Algo que fue un impulso sin precedentes en la herencia somática, poniéndose al nivel de las células germinales o reproductivas, que hasta el momento eran el único medio de reproducción y recombinación de los genomas de animales no humanos. Así, las células somáticas alcanzaron el potencial que hasta el momento era un poder exclusivo de las células germinales, particularmente en el mundo mamífero.

Los primeros experimentos de fusión celular fueron dirigidos a la formación de células somáticas que pudiesen vivir, comportarse e intercambiar el material genético tal y como hacían las bacterias. Una de las sorpresas de la comunidad científica tuvo lugar al comprobar que, lejos de que las células somáticas pudiesen intercambiar ocasionalmente material genético, la mezcla de poblaciones de células cultivadas producía progenies híbridas cuando dos células de diferentes tipos se fusionaban en una. De este modo, la fusión celular abrió un campo entero de experimentación. Tras estas fusiones espontáneas, en la década de los años sesenta, se comenzaron a desarrollar métodos para conseguir la fusión celular dirigida entre diferentes tipos de células. Pasando gradualmente de la fusión de las células de ratón a la fusión de células de diferentes especies, yuxtaponiendo así diferentes estados biológicos, tiempos y especies en la misma entidad celular. Estas fusiones probaron y demostraron la plasticidad celular en una nueva dimensión inesperada. Durante el curso de estos experimentos, la comunidad científica se dio cuenta de cómo se



desestabilizaban tanto los límites de la integridad de las especies marcados por la infertilidad como los límites de la individualidad de cada organismo delimitados por rechazos inmunológicos. De hecho, en la fusión celular, no solo se fusionaban los citoplasmas celulares, sino también ocurría con los núcleos, consiguiéndose así una célula híbrida funcional que podía reproducirse en cultivo, a veces indefinidamente. Las células híbridas producían enzimas híbridas que funcionaban perfectamente bien en la célula viva, a pesar de su doble origen genético de dos especies diferentes.

La formación de células híbridas nos recuerda en parte a la transgénesis, que consiste en el uso de técnicas de ADN recombinante para atravesar los límites de las especies sin la reproducción sexual. Los animales transgénicos se constituyen mediante la inserción de genes extraños en un cigoto y así pasan a formar parte de la línea germinal del organismo resultante. De este modo, el animal adulto expresa esos genes en todas sus células. Los ratones, por ejemplo, expresan proteínas humanas si se introduce en su línea germinal una secuencia genética humana derivada anteriormente. De hecho, el auge de las técnicas de ADN recombinante en la década de 1970 ensombreció rápidamente las técnicas de fusión celular. Tanto ese auge del ADN recombinante como el de la genética y la biología molecular en las ciencias de la vida del siglo xx contribuyeron a que métodos como la fusión celular hubiesen sido marginados en la historia de la biología y la biotecnología. Sin embargo, estas técnicas realmente fueron el origen genealógico y las bases prácticas de la formación de anticuerpos monoclonales. Aún más, la idea de la reversibilidad de los estados biológicos, explorados en la fusión celular de la década de 1960, se convirtió en algo fundamental para llegar a la idea de la reprogramación celular en la clonación y la investigación con células troncales a finales del siglo xx.

La hibridación ha sido fundamental en el modo en que pensamos la diferencia biológica y su insuperabilidad. Lewis Thomas comentó en *The Lives of a Cell* (1974) que la fusión celular conseguida en el laboratorio parecía reconfigurar las ideas y prácticas de la individualidad de los seres vivos de un modo extraordinario. Planteaba que, en cierto modo, la fusión celular era el fenómeno menos biológico de todos los esperados en aquellas prácticas, al romper los principales mitos del siglo pasado cuando negaba la importancia de la especificidad, la integridad y la separación de los seres vivos. Este es un punto que modificó conceptos de amplia relevancia científica y cultural, y después del cual se abrieron nuevos y diferentes significados y posibilidades prácticas. En la fusión celular, los desarrollos prácticos tuvieron lugar en cientos de laboratorios diferentes de América del Norte y Europa, en los que participaron muchos científicos y científicas que llevaban estas técnicas al análisis genético, la investigación del cáncer y los estudios de desarrollo. Además, los usos de estas técnicas se trasladaron en direcciones tan diversas como la producción de anticuerpos monoclonales y la creación de los primeros organismos transgénicos. Aun así, se dan tres características de los nuevos híbridos que son esenciales para entender su significado: en primer lugar, la fusión celular fue a menudo descrita como parasexualidad o genética sin sexo; en segundo lugar, una consecuencia directa de esta genética sin sexo fue que no había mecanismos intracelulares que sustentasen la incompatibilidad entre individuos o especies; y en tercer lugar, fueron las implicaciones de la fusión celular como un medio de yuxtaposición de disolver diferen-



cias biológicas radicales. Así, la fusión celular se convirtió en una técnica con la que experimentar la reversibilidad de los procesos de desarrollo, como la diferenciación: estas fusiones permitieron la yuxtaposición funcional de material biológico entre líneas de especies, así como entre diferentes estados biológicos o edades. Se diluyeron así distinciones entre lo diferenciado y lo indiferenciado o el envejecimiento y la juventud. El tiempo biológico volvió a ser maleable a través de la manipulación de las células y su medio, según Hannah Landecker en *Culturing life*, de 2007.

### 3.2. HACIA UNA GENÉTICA SIN SEXO

Uno de los problemas a mediados del siglo xx era el análisis genético de los mamíferos superiores, particularmente de los animales humanos. Era difícil porque era imposible dirigir la reproducción sexual a fines experimentales. Pero la década de los años cincuenta vivió el descubrimiento de lo que Haldane en 1955 en *Some Alternatives to Sex* llamaba alternativas al sexo. Esto es, modos de recombinación y segregación genética que tenían lugar fuera del modo habitual de intercambio genético. El análisis genético clásico de plantas y animales no humanos había estado dependiendo de la tríada de mutación, fecundación y recombinación en la meiosis. Es decir, los análisis habían dependido de la redistribución al azar de los cromosomas, lo que ocurre cuando se dividen los pares de cromosomas en las células germinales formadas por meiosis y se da la subsiguiente recombinación genética cuando se fusionan el esperma y el óvulo de diferentes individuos en la fecundación. El resultado era una progeñe con diferentes características identificables o rasgos heredados de los padres, que pueden utilizarse para realizar un seguimiento de los factores genéticos.

Guido Pontecorvo, un genetista de la Universidad de Glasgow, mostró que ciertos hongos realizaban tanto la reproducción sexual como otro modo paralelo de recombinación genética. Los cuerpos somáticos de plantas y animales no humanos se componen en su mayoría de células diploides. La mayoría de los hongos, por el contrario, están compuestos por células haploides. Pontecorvo descubrió que, en los filamentos de algunos hongos, estos núcleos haploides se fusionaban a veces, formando núcleos inestables diploides. Cuando las células contenían estos núcleos, sus células hijas eran diferentes entre sí, ya fuese por la pérdida de cromosomas durante la división o por el entrecruzamiento mitótico. Pero los detalles de estos sistemas de hongos importan menos aquí que las implicaciones que se leían a partir de estos modos de intercambio genético. Según Guido Pontecorvo en su libro de 1958, *Trends in Genetic Analysis*, lo remarcable era que la realización de la transferencia de información genética de un individuo, o célula, a otro no estaba bajo el monopolio de la reproducción sexual. Pontecorvo denominó el sistema encontrado en los hongos como el ciclo parasexual, un término que acuñó en 1954 para procesos que unían en una célula determinantes hereditarios de linajes de células distintas, garantizando así la recombinación genética sin reproducción sexual. La etimología del término pretendía dar cuenta de los ciclos biológicos que conducen a un mismo fin pero de manera diferente. Si los hongos podían tener tanto el sistema sexual



como el parasexual, razonó, entonces podría ocurrir lo mismo con los organismos superiores. De esta manera, las células somáticas en cultivo, incluyendo las células humanas, fueron llevadas a la genética, donde la genética sin sexo se convirtió en una ruta productiva para la formación de nuevas combinaciones celulares.

En esta reconfiguración, la hibridación dejó de ser, entonces, una anomalía o un fenómeno que se produce al margen de las categorías establecidas. La genética sin sexo fue la primera característica definitoria de la nueva hibridación. Se produce fuera de los canales de reproducción sexual, no afecta a las estructuras especializadas del sistema reproductivo y no está limitada o definida por la interacción de las células germinales. Más bien, es una recombinación inducida artificialmente seguida de algún tipo de segregación. El enfoque parasexual proporcionó no solo la sorpresa de comprobar cómo las células se comportaban de manera diferente en las placas de cultivo, sino también la novedad de que todo puede ser cruzado con todo, demoliendo así las barreras de las especies y la incompatibilidad inmunológica entre individuos. Algo que llevó a las investigaciones de transgénesis del Instituto Roslin de la oveja Dolly, y también a la medicina regenerativa y terapia celular que sigue planteándonos a día de hoy estas y otras cuestiones.

#### 4. BIOECONOMÍAS Y NUEVOS MECANISMOS DE EXCLUSIÓN

Encontramos el primer uso del término *bioeconomía* en el documento de la *Biomass Research and Development Board* donde se presenta como una revolución que posibilita un desarrollo científico-tecnológico sostenible, según Haddad en «Embodied Values» (2019). Desde la perspectiva americana, hablar de bioeconomía supone hablar de biotecnologías agrícolas que hagan posible un desarrollo sostenible. Aspecto que encontramos articulado en la definición más utilizada a día de hoy de bioeconomía, que es aquella que proviene de la OCDE en el texto *Scoping Document: the Bioeconomy to 2030* (2006) y que la define como «el conjunto de operaciones económicas de una sociedad que utiliza el valor latente en los productos y procesos biológicos para conseguir nuevo crecimiento y beneficios para ciudadanos y naciones». Pero los primeros documentos europeos incorporan también la biomedicina como un elemento esencial de la bioeconomía, como el texto de la Comisión Europea *Life Sciences and Biotechnology* (2002). Especialmente, enfatizan la necesidad de articular la gobernanza de la bioeconomía entre ciencia, tecnología, política, regulación, mercados y sociedad civil. Como plantea el estudio multianual sobre bioeconomía *The Bioeconomy to 2030: Designing a Policy Agenda*, «en una época en que los estados lidian con los gastos crecientes dentro del sector sanitario, el alto coste de un gran número de biotecnologías sanitarias puede ser difícil de justificar sin los correspondientes resultados y mejoras en la salud de los pacientes». En ese sentido, si bien parece que podemos hablar de bioeconomías en el caso de la bioeconomía agrícola y la bioeconomía de la reproducción asistida, en cuanto han llegado al mercado; en la industria farmacéutica solo el 16% de los productos nuevos son de origen biotecnológico desde 1987, incluso la farmogenética no ha dado el salto a la práctica clínica. En este contexto, la medicina regenerativa se plantea como un



paradigma biomédico innovador que supone un nuevo enfoque para la investigación y el tratamiento de enfermedades, especialmente para las enfermedades degenerativas. Más aún, parece ofrecer un nuevo tipo revolucionario de medicina basada en la regeneración real, es decir, en la curación en lugar del mero tratamiento de síntomas que supondrían los regímenes farmacológicos. En esta nueva visión que ofrecería la medicina regenerativa se plantea la posibilidad de reconfigurar la innovación, la creación de nuevas industrias y mercados, o la mejora de la competitividad nacional en economía, tal y como señala Cooper en *Life as Surplus* (2005), o Gottweis, Salter y Waldby en *The Global Politics of Human Embryonic Stem Cell Science* (2009).

Las altas esperanzas y expectativas por parte de pacientes, inversores y responsables políticos, así como las comunidades biomédicas y empresas que apuestan por el valor clínico y comercial especulativo de la medicina regenerativa, han ejercido una verdadera presión para llevarla a la clínica y el mercado lo más rápido posible. Todo ello a pesar de los índices de incertidumbre en los que se desarrolla, tal y como señala Rosemann en «Global Regulatory Developments for Clinical Stem Cell Research» (2016) o Bharadwaj en «Stem Cell Intersections» (2018). Este tipo de terapias no solo tienen desafíos a la hora de poder dar el salto a los contextos clínicos, sino visiones sorprendentemente divergentes de qué vías de innovación son deseables o no, generando conflictos dentro y fuera de las comunidades biomédicas, e incluyendo los retos ante los que la COVID-19 nos ha situado globalmente.

La medicina regenerativa afronta varios retos, y uno de ellos es materializarse como alternativa real a las vías de innovación que siguen la cartera farmacéutica como modelo de investigación, desarrollo y comercialización. En ese sentido, han surgido numerosos centros de terapia con células madre que ofrecen tratamientos experimentales, tanto en términos de su desarrollo no probado como terapias, como en términos más amplios de aspectos sociotécnicos, legales y modelos comerciales de innovación biomédica. Son compañías farmacéuticas y biotecnológicas que ofertan innovaciones a la elección de los clientes informados y que buscan la satisfacción de sus necesidades privadas en un mercado biotecnológico en el que crecientemente se difuminan las fronteras entre lo público y lo privado, las fronteras nacionales y sus legislaciones, lo que posibilita formas de turismo biomédico transnacional, migraciones de biomateriales que se transforman en biovalores comercializables, tal y como plantean Waldby y Mitchell en «From Reproductive Work to Regenerative Labour» (2006), y disponibles en función del poder adquisitivo del potencial cliente. Debido a la oleada de estas prácticas experimentales, varias sociedades profesionales han tratado de controlar el mercado llegando a inscribir terapias experimentales basadas en células madre, en los regímenes reglamentarios de investigación y desarrollo farmacéutico. En otros casos, los pacientes defienden la investigación en medicina regenerativa frente al «sometimiento farmacéutico» de cuerpos y células. Como consecuencia del turismo de células troncales y los vacíos legales que se mantienen a nivel internacional, el trabajo de Cyntia Cohen y Peter Cohen consiste precisamente en perfilar el entramado «investigación clínica –tratamiento innovador– marketing» de estas investigaciones, tal y como afirman en «International Stem Cell Tourism» (2010).



Varias autoras profundizan en los cambios fundamentales que implican estas tecnologías en los sistemas de asistencia sanitaria y qué reconfiguraciones coproducen normativa y socialmente. Sarah Franklin investiga a través de la noción «Interfaz FIV –Células Troncales», de 2006, los flujos y dinámicas que hay entre las tecnologías de fecundación *in vitro* (FIV) y estas tecnologías. En concreto, cómo las células tienen un «doble valor reproductivo», bien regenerando nuevos tejidos y cultivos reparadores, o bien generando nuevos organismos a través de las técnicas de reproducción asistida. Como plantea Natalia Fernández en «Desafiando la institución de la maternidad: reapropiaciones subversivas de las nuevas tecnologías reproductivas (TRA)», de 2016, la introducción de las FIV permuta precisamente su intento inicial de estabilizar los valores familiares tradicionales posibilitando nuevas formas de parentesco. Es importante, entonces, el sello distintivo de lo transbiológico en estas nuevas formas de reproducción y salud.

Los cuerpos que participan en terapias celulares son negociados a través de mediaciones culturales y articuladas en redes donde se identifican nuevos mecanismos de inclusión y exclusión. Hablamos precisamente de los cuerpos que caen fuera de la protección de la ley y son relegados a espacios de exclusión y vulnerabilidad. A medida que aumenta la investigación con líneas de células madre embrionarias, la escasez de oocitos, que ya es un problema para el tratamiento de la FIV, se ha vuelto aún más urgente. En este contexto, la venta de óvulos se ha convertido en una fuente de ingresos viable para mujeres que viven en los márgenes de economías en transición. Las mujeres se articulan en estas bioeconomías como fuentes de biomateriales limitados que no se regeneran y cuyo proceso de extracción implica asumir un cierto tipo de riesgos. Sin negar la existencia del consentimiento informado o la propia agencia de las mujeres en los casos en que estas prácticas están reguladas, la retórica en la que se enmarcan obedece a universos simbólicos de altruismo. Aunque las mujeres son las principales donantes de tejidos en las nuevas industrias de medicina regenerativa, que requieren grandes volúmenes de embriones humanos, ovocitos, tejido fetal y sangre de cordón umbilical, los derechos de propiedad intelectual derivados de dichas muestras no les pertenecen a ellas, sino a los laboratorios. En los casos en que negocian un tratamiento gratuito de FIV a cambio de donar embriones sobrantes no es algo especialmente sencillo para ellas o el personal clínico que trabaja con ellas. Pero sí es efectivo, en cuanto es un tipo de locución que convierte simultáneamente a los embriones no implantados tanto en una forma de desecho como en un valioso excedente que debe donarse para que su valor socioeconómico aún pueda prevalecer. La utilización de este tipo de terminología se convierte en un acto perlocutivo al asegurar donaciones de embriones de mujeres que sienten la obligación moral de contribuir a la regeneración de la sociedad. Es así como los embriones, los ovocitos, el material fetal y la sangre del cordón umbilical se han configurado, a través de reglamentos y retóricas, como una forma de vitalidad desperdiciada de no destinarse a la medicina regenerativa. De este modo, cada donante puede optar a contribuir con una comunidad imaginaria del futuro, supuestamente más sana, gracias a estas tecnologías; o bien al futuro de sus propios hijos, a través de un banco de tejidos autólogo privado. En el proceso de esta colaboración, la donante forma parte de un proceso en el que se ve atrapada en diversas formas de esfuerzo, cumpli-



miento, autocuidado y administración de medicamentos, riesgo o transformación *in vivo*. Las células pasan a ser así una propiedad y un verdadero producto, donde las economías de donación nunca han sido suficientes para satisfacer la demanda clínica y de investigación de tejidos, y siempre han requerido el complemento de formas de obtención menos voluntarias y más transaccionales.

## 5. CONCLUSIONES

En la investigación celular, las metáforas de individuación, autonomía y separación condicionaban el modo en que se investigaban los cultivos en los laboratorios. El sexo biológico ha sido construido como un binario de opuestos, con conflictos potenciales entre ellos. Y pese a que ni la sexualidad ni el sexo biológico se constituye en un sistema de contrarios, nuestros sistemas de significado imponen dicha estructura de pensamiento en polaridades y términos opuestos, naturalizando así prácticas sociales, científicas, tecnológicas, políticas y económicas. Estas nociones construidas del sexo, la identidad sexual y el género se han convertido en categorías con las que no solo se organizan aspectos sociales como el matrimonio, el trabajo o la educación, sino que también influyen en la construcción del conocimiento científico-tecnológico. Tal y como hemos visto, han condicionado las investigaciones en biología celular, como el papel del óvulo en la fecundación y de su citoplasma en la activación del núcleo, o el cultivo celular parasexual tan importante en el desarrollo de las investigaciones con células troncales. De este modo, la heteronormatividad o heterosexualidad institucionalizada, esto es, la formación de estructuras de comprensión y orientaciones prácticas que hacen a la heterosexualidad no solo coherente, sino también un privilegio, supone entender la heterosexualidad desde el determinismo biológico y no como un sistema de significado que distribuye relaciones jerárquicas de poder entre hombres y mujeres, entre conductas masculinas y femeninas, o incluso entre óvulos, espermatozoides, entornos citoplasmáticos o entrecruzamientos cromosómicos.

A través de las prácticas de fusión celular, la hibridación celular comenzó a dejar de ser una anomalía o fenómeno que se produce de modo abyecto pasando a constituirse como un nuevo campo que desestabilizaba la convicción de que los límites de la integridad entre especies están marcados por la infertilidad o que la individualidad de cada organismo está determinada por las reacciones y rechazos inmunológicos. Biológicamente era impensable y, sin embargo, este tipo de prácticas demolió el determinismo de la genética al sexo, la incompatibilidad entre individuos o especies o la irreversibilidad del tiempo biológico celular. De este modo, las subjetividades emergentes a través de nuevas biotecnologías diluyeron tejidos simbólicos y culturales, a la vez que redirigieron la mirada ético-política y tecnocientífica a la búsqueda de coaliciones híbridas y alianzas plurales.

Las subjetividades emergentes en estas tecnologías diluyen constantemente el tejido simbólico de la cultura androcéntrica y del humanismo occidental. Gracias a cartografías transdisciplinares, como las de la transbiología, podemos abordar nuevos campos que ya no se limitan por la heteronormatividad del conocimiento científico o



la sacralización de lo humano y natural frente a lo tecnológico. También nos acercan al análisis de estos nuevos contextos, y de cómo surgen otro tipo de mecanismos de inclusión/exclusión en torno a las bioeconomías reproductivas, tal y como planteaba MacKenzie en «Queering Spinoza's Somatechnics» (2016). Comprobamos cómo la invisibilización de los cuerpos de mujeres donantes refuerza su vulnerabilidad en el desarrollo de la medicina regenerativa y cómo estos mecanismos de exclusión solo tienen lugar bajo un marco retórico neoliberal que configura la salud como una opción individual de consumo, tal y como desarrolla Farias en «The (Mis)Shaping of Health» (2020). De ahí que sea fundamental atender a las condiciones de incertidumbre en las que tienen lugar estas investigaciones y los dispositivos retóricos que despliegan a través de futuribles de inmortalidad, salud regenerada continuamente o eterna juventud. Por ello abrimos la llamada a pensar críticamente estos horizontes donde surgen noticias, alternativas y figuraciones híbridas que nos resultan familiares y desconcertantes a la vez o que nos sugieren nuevas preguntas diluyendo aparentes certezas.

ENVIADO: 31 de mayo de 2020; ACEPTADO: 7 de diciembre de 2020



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAIMO, Stacy. «Trans-Corporeal Feminisms and the Ethical Space of Nature». *Revista Estudos Feministas*, 25: 2 (2017), pp. 909-934, <https://doi.org/10.1590/1806-9584.2017v25n2p909>.
- ALAIMO, Stacy y HECKMAN, Susan (eds.). *Material Feminisms*. Bloomington y Indianapolis: Indiana University Press, 2008.
- ÅSBERG, Cecilia, KOBAK, Redi y JOHNSON, Ericka. «Beyond the Humanist Imagination». *NORA-Nordic Journal of Feminist and Gender Research*, 19: 4 (2011), pp. 218-230.
- BARAD, Karen. «Posthumanist Performativity: Toward an Understanding of How Matter Comes to Matter». *Signs: Journal of Women in Culture and Society*, vol. 28: 3 (Spring 2003), pp. 801-831. <https://doi.org/10.1086/345321>.
- BEAUVOIR, Simone de. *El segundo sexo*. Madrid: Cátedra, 1998 [1949].
- BHARADWAJ, Anandhi. «Stem Cell Intersections: Perspectives and Experiences», en BHARADWAJ, Anandhi (ed.), *Global Perspectives on Stem Cell Technologies*, Cham: Palgrave MacMillan, 2018, pp. 1-24.
- BRAIDOTTI, Rosi. *The Posthuman*. Cambridge, Oxford y Boston: Polity Press, 2013.
- BUTLER, Judith. *Bodies That Matter: On the Discursive Limits of «Sex»*. Routledge: New York, 1993.
- BUTLER, Judith. *Gender Trouble: Feminism and the Subversion of Identity*. London and New York: Routledge, 1990.
- COHEN, Cynthia B. y COHEN, Peter J. «International Stem Cell Tourism and the Need for Effective Regulation». *Kennedy Institute of Ethics Journal*, 20:1 (2010), pp. 27-49.
- COOPER, Melinda E. *Life as Surplus. Biotechnology and Capitalism in the Neoliberal Era*. Seattle: University of Washington Press, 2008.
- CRENSHAW, Kimberle. «Demarginalizing the Intersection of Race and Sex: A Black Feminist Critique of Antidiscrimination Doctrine, Feminist Theory and Antiracist Politics». *The University of Chicago Legal Forum* 140 (1989), pp. 139-167.
- DEVLIN, Winnie. «Biochemical Flowering». *Woman of Power*, 23 (1994), pp. 56-58.
- EU COMMISSION. *Life Sciences and Biotechnology—A Strategy for Europe*: Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, 2002.
- FARIAS, Lisette. «The (Mis)Shaping of Health. Problematizing Neoliberal Discourses of Individualism and Responsibility», en HOSSEINI, Hamed, GOODMAN, James et al. (eds.), *The Routledge Handbook of Transformative Global Studies*, New York: Routledge, 2020.
- FERNÁNDEZ, Natalia. «Desafiando la institución de la maternidad: reapropiaciones subversivas de las nuevas tecnologías reproductivas (TRA)». *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 31:11 (2016), pp. 119-146.
- FOX KELLER, Evelyn. *Reflections on Gender and Science*. New Haven: Yale University Press, 1985.
- FRANKLIN, Sarah. «The IVF-Stem Cell Interface». *International Journal of Surgery*, 4: 2 (2006), pp. 86-90.
- FRANKLIN, Sarah. «The Cyborg Embryo: Our Path to Transbiology». *Theory, Culture & Society*, 23: 7-8 (2006), pp. 167-187. <https://doi.org/10.1177/0263276406069230>.



- GONZÁLEZ, Marta y PÉREZ, Eulalia. «Ciencia, Tecnología y Género». *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación*, OEI, 2 (2002). <http://www.campus-oei.org/revistas/numero2/varios2.htm>.
- GOTTWEIS, Herbert, SALTER, Brian y WALDBY, Catherine. *The Global Politics of Human Embryonic Stem Cell Science*. London: Palgrave Macmillan, 2009.
- HADDAD, Christian. «Embodied Values: Post-Pharmaceutical Health and the Accumulation of Surplus Vitality in Regenerative Stem Cell Medicine». *Sociologias*. 21: 50 (2019), pp. 48-79.
- HALDANE, John. «Some Alternatives to Sex». *The New Biology*, 19 (1955), pp. 7-26.
- HARAWAY, Donna. «The Biological Enterprise: Sex, Mind, and Profit from Human Engineering to Sociobiology». *Radical History Review*, 20 (1979), pp. 206-237.
- HARAWAY, Donna. «A Manifiesto for Cyborgs: Science, Technology and Socialist Feminism in the 1980s», en HARAWAY, Donna, *The Haraway Reader*. Abingdon: Routledge, 2004.
- HARTMANN, Max. «Verteilung, Bestimmung, und Vererbung des Geschlechtes bei den Protisten und Thallophyten». *Handb. d. Verer.*, II 1929.
- LACADENA, Juan Ramón. *Citogenética*. Madrid: Editorial Complutense, 1996.
- LANDECKER, Hannah. *Culturing Life. How Cells Became Technologies*. Harvard: Harvard University Press, 2007.
- LURY, Celia. *Prosthetic Culture. Photography, Memory and Identity*. Abingdon and New York: Routledge, 1998.
- LYKKE, Nina. «Are Cyborgs Queer? Biological Determinism and Feminist Theory in the Age of New Reproductive Technologies and Reprogenetics», 2000, <http://www.women.it/cyberarchive/files/lykke.htm>.
- MACKENZIE, Robin. 'Queering Spinoza's Somatechnics: Stem Cells, Strategic Sacralisations and Fantasy of Care and Kind', en SULLIVAN, Nikki y MURRAY, Samantha. (eds.), *Somatechnics. Queering the Technologicalisation of Bodies*, London and New York: Routledge, 2016, pp. 87-106.
- MANNING, Kenneth R. *The Black Apollo of Science: The Life of Ernest Everett Just*. New York: Oxford University Press, 1983.
- MAUSS, Marcel. «Une Catégorie De L'Esprit Humain: La Notion De Personne Celle De "Moi"». *The Journal of the Royal Anthropological Institute of Great Britain and Ireland* 68 (1938), pp. 263-81. Accessed November 2, 2020. <https://doi.org/10.2307/2844128>.
- MEAD, Margaret. *Sex and Temperament in Three Primitive Societies*. New York: Morrow, 1935.
- MOLL, Annemarie. *The Body Multiple: Ontology in Medical Practice*. Durham: Duke University Press, 2003.
- MORGAN, Thomas. *The Theory of the Gene*. New Haven: Yale University Press, 1926.
- NANNEY, David. «The Role of the Cytoplasm in Heredity», en McELROY, William y GLASS, Bentley (eds.), *The Chemical Basis of Heredity*, Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1957, pp. 134-166.
- OCDE. *The Bioeconomy to 2030: Designing a policy agenda*, Paris, 2009.
- ORTNER, Sherry B. y WHITEHEAD, Harriet (eds.). *Sexual Meanings: The Cultural Construction of Gender and Sexuality*. Cambridge: Cambridge University Press, 1981.
- POLLACK, Robert. *Signs of Life: The Language and Meaning of DNA*. Boston: Houghton Mifflin, 1994.
- PONTECORVO, Guido. *Trends in Genetic Analysis*. New York: Columbia University Press, 1958.



- ROSEMANN, Achim *et al.* «Global Regulatory Developments for Clinical Stem Cell Research: Diversification and Challenges to Collaborations». *Regenerative Medicine*, 11 (2016), pp. 647-57.
- SONNEBORN, Tracy. «Sexuality in Unicellular Organisms», en CALKINS, Gary y SUMMERS, Francis (eds.), *Protozoa in Biological Research*. Chicago: University of Chicago Press, 1941, pp. 666-709.
- THOMAS, Lewis. *The Lives of a Cell: Notes of a Biology Watcher*. New York: Viking Press, 1974.
- TWINE, Richard. «Genomic Natures Read Through Posthumanism». *The Sociological Review*, 58: 1 (2010), pp. 175-195. <https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.2010.01917.x>.
- WADDINGTON, Conrad. *Organisers and Genes*. Cambridge: Cambridge University Press, 1940.
- WALDBY, Catherine y COOPER, Melinda. «From Reproductive Work to Regenerative Labour: The Female Body and the Stem Cell Industries». *Feminist Theory*, 11: 1 (2006), pp. 3-22.
- WILLIAMS, David y ZHANG, Xingdong. *Definitions of Biomaterials for the Twenty-First Century*. Elsevier, 2019.
- WOODWARD, Kath (ed.). *Identity and Difference*. London: Sage, 1997.

