

---

*DOSIER ESPECIAL: MIRADAS HISTORIOGRÁFICAS SOBRE HISTORIA  
DE LA CIENCIA Y DE LA MEDICINA EN EL 75º ANIVERSARIO DE ASCLEPIO  
(1949-2024)/ HISTORIOGRAPHICAL PERSPECTIVES ON THE HISTORY OF SCIENCE  
AND MEDICINE ON THE 75TH ANNIVERSARY OF ASCLEPIUS (1949-2024)*

---

## LA GENÉTICA CONTEMPORÁNEA ENTRE MOLÉCULAS Y CUERPOS: UN ENSAYO HISTORIOGRÁFICO

**María Jesús Santesmases**

Instituto de Filosofía, CSIC, España

E-mail: [mariaj.santesmases@cchs.csic.es](mailto:mariaj.santesmases@cchs.csic.es)

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7313-6764>

Recibido: 12-11-2025; Aceptado: 10-12-2025; Publicado: 16-02-2026

**Cómo citar este artículo / Citation:** Santesmases, María Jesús. 2025. "La genética contemporánea entre moléculas y cuerpos: un ensayo historiográfico", *Asclepio* 77 (2): 2025. DOI: <https://doi.org/10.3989/asclepio.2025.1432>

**RESUMEN:** Esta revisión historiográfica ofrece una reflexión que sitúa los sucesivos momentos político-epistémicos en los que se han construido los trabajos, los estudios y el pensamiento sobre historia de la genética. Se defiende que la historia de la genética molecular (o biología molecular), como la genetización de la biología, surge con los resultados cautivadores y prometedores de los primeros experimentos de ingeniería genética a mediados de la década de 1970 y se expande hasta los estudios críticos de la genómica. Se revisa aquí el esfuerzo historiográfico por comprender la biologización de las diferencias y los prejuicios, que ha buscado en moléculas y cromosomas justificaciones de las prácticas culturales y sociales del racismo, el clasismo y contra la diversidad de género y las capacidades intelectuales y físicas. La deuda con las pensadoras críticas de la biología y de sus sesgos de género y étnico-raciales es enorme.

**Palabras clave:** Herencia biológica; Biología molecular; Discriminación; Cromosomas, genetización

### CONTEMPORARY GENETICS BETWEEN MOLECULES AND BODIES: A HISTORIOGRAPHICAL ESSAY

**ABSTRACT:** This historiographical review offers a reflection that situates the successive political-epistemic moments in which works, studies, and thinking on the history of genetics have been constructed. It argues that the history of molecular genetics, like the genetization of biology, emerged with the captivating and promising results of the first genetic engineering experiments in the mid-1970s. It reviews the effort to biologize differences and prejudices, which has sought in molecules and chromosomes justifications for the cultural and social practices of racism, classism, and discrimination against gender diversity and intellectual and physical abilities. The debt to critical thinkers in biology and its gender and ethno-racial biases is enormous.

**Keywords:** Biological heredity, Molecular Biology, Discrimination, Chromosomes, genetization.

## INTRODUCCIÓN

La genética es hoy una de las biología más exploradas, respetadas y practicadas. Promesas de futuro por saber, acumula privilegios epistémicos, sociales y políticos. La sabiduría sobre los cuerpos dibuja el porvenir de estos: el diagnóstico genético es diagnóstico y también pronóstico tanto de salud como de enfermedad. La historiografía sobre cómo se alcanzó tal espacio de representación de la vida, pasada, presente y por venir,<sup>1</sup> está inmersa en sus tiempos y lugares; se manufactura situada,<sup>2</sup> sometida al mismo proceso de co-construcción que ella misma ha adjudicado a los saberes y prácticas que analiza, en ese espacio amplio en saberes, prácticas y cultura que la genética ha llegado a ocupar en la biología.

Propongo aquí un recorrido de la historiografía de la genética, un trayecto de la producción de escritos sobre la historia de la genética, insertos en lo sucedido a la propia biología, a la experimentación en genética celular y molecular y a la política científica. A través de esos escritos, de esa historiografía de la genética, se ensayan reflexiones sobre sus imposturas, sobre los significados atribuidos a los saberes y a las prácticas de la propia genética, sobre ese espacio de la herencia biológica que tomó el nombre de genética y a lo largo de la segunda mitad del siglo XX centró su epistemología y su experiencia experimental en moléculas y cromosomas, y más recientemente ancla sus indagaciones en los significados que las discriminaciones de la mirada entrenada han asignado a esas formas y a su correlación con cuerpos, razas, géneros y geopolíticas.<sup>3</sup>

La complejidad biológica no es la misma en unas especies que en otras y, pese a todo, la historiografía de la genética, molecular, celular, animal y humana, se ha concentrado en estudiar tanto los intentos de unificar teorías de la herencia como en las culturas materiales que hacen de cada ser vivo un espécimen único, y de los instrumentos y los conceptos agentes de las historias por contar.

El concepto de genética se asocia al de determinismo al adjudicarse a los contenidos químicos de los ácidos nucleicos el poder de la manufactura de los atributos físicos, intelectuales y de comportamiento de los seres vivos. Con esa habilidad determinante, todo estaría dentro de la célula, en sus cromosomas y dentro de ellos, en los ácidos nucleicos ADN y ARN. La historiografía de tales conceptos, genética y determinismo, han transitado desde el final de la Segunda Guerra Mundial entre moléculas y células, incluidos los organismos unicelulares microbianos, desde las que se analiza de forma crítica el mito del ADN<sup>4</sup> y del núcleo celular, como también la diversidad de género de esa molécula considerada magistral y de la aproximación molecular al concepto de herencia biológica.<sup>5</sup> El debate sobre el determinismo de la genética, sobre la consideración del ADN como molécula no solo directora de la actividad vital –responsable de la biosíntesis de otras moléculas, la combinación entre las cuales explica la formación de células, órganos y cuerpos–, no debería separarse de las agendas investigadoras de los laboratorios de genética molecular. Estos han buscado dentro de la célula explicaciones sobre el fenómeno de la vida y los atributos de sus seres. Ese aislamiento epistémico al que se somete a la célula, a sus cromosomas y a sus ácidos nucleicos constituye la esencia del determinismo genético: la genética determinaría los atributos de la vida, de los seres que la habitan.

Como en otros espacios científicos, académicos y clínicos, las contribuciones historiográficas han propiciado debates que siguen vivos, aunque a veces estos parecen solapados, para ser leídos entre líneas –sin las vehemencias de los tiempos de grandes debates públicos de la década de los 80 y los 90 entre los influyentes filósofos de la evolución Michael Ruse y Stephen Jay Gould,<sup>6</sup> por ejemplo– y hasta ocultos. Esos debates se dirimen entre el carácter único de cada espécimen en estudio y los grupos de poblaciones que comparten rasgos, en una dicotomía comparable a la que se mantiene entre la medicina individualizada y la salud pública, que no pueden aislarse de la política neoliberal que ocupa todos los espacios y a la que pertenece la cultura científica y, dentro de ella, los saberes y prácticas de una biología que incorpora en sus preguntas una parte de sus respuestas. Esa que construye la medicina personalizada inserta en los privilegios de una asistencia sanitaria de gasto ilimitado que busca en cada persona de cada élite con acceso a los diagnósticos más modernos, sofisticados y científicamente recién aprobados por las agencias responsables, el carácter único de sus biología, en los actos metabólicos, reproductivos y neurológicos de una sociedad saciada por la tecnología y la farmacopea.

<sup>1</sup> Kitcher 1997.

<sup>2</sup> Haraway 1995 [1987].

<sup>3</sup> Por ejemplo, Burton 2022: véase más adelante.

<sup>4</sup> Nelkin y Lindee 1995.

<sup>5</sup> Spanier 1995.

<sup>6</sup> Lewontin 2005.

Esta revisión historiográfica sobre la genética aspira a situar las contribuciones sobre qué sería la biología, qué parte tiene la herencia y qué el ambiente, partiendo de la consideración principal que puede extraerse del trabajo del historiador mexicano Carlos López Beltrán,<sup>7</sup> quizá entre los más leídos e influyentes, que insiste en sus escritos sobre el artificio que fue la distinción entre lo heredado y lo adquirido, entre naturaleza y cultura, dicotomías que habrían operado como una construcción de los estudios del siglo XVIII producto de una pulsión clasificatoria que manufacturaba distinciones entre espacios médicos, filosóficos naturales y por eso epistémicos. Espacios y tiempos socio-culturales en los que la herencia del patrimonio, de oficios y destrezas sociales y artesanales está en el origen del concepto usado para referirse a las biología de tales despliegues de propiedades y de posesión transmitidas a la prole —mayoritariamente masculina—.

La intención principal es ofrecer una reflexión que sitúe la historiografía en los sucesivos momentos político-epistémicos en los que los trabajos, los estudios y el pensamiento sobre historia de la biología se han construido. Los saberes y las experiencias experimentales sobre lo heredable y sobre lo que no lo sería quedaron situados por la historiografía. Esa misma práctica se trata aquí para entender los temas que la comunidad dedicada al estudio de la historia de la genética ha tratado y sus consecuencias en el pensamiento socio-científico de hoy. Se revisa el esfuerzo de biologizar las diferencias y las discriminaciones, que ha buscado en moléculas y cromosomas justificaciones de las prácticas culturales y sociales del racismo, el clasismo y contra la diversidad de género y capacidades intelectuales y físicas, incluyendo las clasificaciones de moléculas y de procesos bioquímicos de transformación de unas sustancias en otras en el interior de los seres vivos. La deuda con las pensadoras críticas de la biología y de sus sesgos es enorme. Desde la esquina crítica con las discriminaciones que la genética pudo haber legitimado y estabilizado se entrena la capacidad de análisis sobre la historiografía que se refiere a las sabidurías biológicas del interior de seres vivos de muchas especies.<sup>8</sup>

Este texto presenta, en primer lugar, una propuesta de genealogía cronológica de la historiografía de la genética, seguida de una breve reflexión sobre las fuentes de archivo. A continuación, se revisan los trayectos de los estudios de historia cultural de la herencia, la citogenética y la genética médica, que muestran las relaciones entre la historiografía del laboratorio y la de la clínica, seguidos de una muestra de las aportaciones de los estudios de género y sobre la recuperación de la genética de poblaciones en los trabajos más recientes sobre genómica crítica. Las reflexiones finales sugieren que la historiografía de la genética contemporánea ha contemplado a esta desde las famas de sus logros más difundidos y cautivadores, que han sido la ingeniería genética y la genómica. Los objetos genéticos y genómicos de estudio han sido el foco y al tiempo han circundado a su historiografía.

## HISTORIOGRAFÍA SITUADA: PROPUESTAS PARA UNA GENEALOGÍA

La historiografía de la genética ha sufrido los vaivenes de su siglo. Aunque se ha ocupado del siglo completo, el espacio de representación de la historia de la genética se construye a partir de la década de 1970. Fueron el asombro, la fascinación, el temor y la sorpresa asociados a la ingeniería genética en experimentos realizados en dos laboratorios de los Estados Unidos y publicados de 1972 lo que parece haber llamado la atención en esa década de la comunidad historiadora de la biología sobre el protagonismo del ADN y las investigaciones articuladas en el entorno de ese ácido nucleico que ha cautivado la imaginación de las comunidades biomédicas y la de sus audiencias públicas. Esos episodios serían analizados una década y media después por la historiadora Susan Wright en su reconstrucción del proceso que condujo a la legitimación de la norma de regulación de la experimentación en ingeniería genética que la comunidad emergente se adjudicó a sí misma.<sup>9</sup> Las conferencias que esa comunidad experta convocó en Asilomar, en Pacific Grove, California, en 1976 fueron el origen de la consolidación del protagonismo de los laboratorios investigadores de Estados Unidos. En esa reunión se decidió que solo una comunidad experta, la que allí había sido convocada, podía decidir sobre los peligros y los riesgos potenciales de la ingeniería genética, sabiduría y pericia que el público lego debía aceptar si estaba a favor del progreso de la introducción de pedazos de ADN de una especie en ADN de otra especie.<sup>10</sup> Aquel acuerdo de autorregulación consolidó la revisión por pares como garante de seguridad de los experimentos. Pero había sido la comunidad experta la que se había alarmado con sus propios resultados: la barrera entre especies había sido atravesada en el

<sup>7</sup> López Beltrán 1994, 2004a y 2004b.

<sup>8</sup> Un trabajo pionero que permanece como referencia es Fausto-Sterling 2006 [2000].

<sup>9</sup> Wright 1993; Sobre este asunto véase la reciente revisión de Cassata y de Chadarevian 2025.

<sup>10</sup> Wright 1993.

laboratorio. Tras un periodo en el que quienes realizaban los experimentos restringieron sus investigaciones, esa misma comunidad recuperó su poder de decisión.<sup>11</sup>

La nación importaba y lo hace hasta hoy. En esos espacios nacionales del norte de Europa y América se construía la historiografía, en el tiempo de la geopolítica del desarrollo, desde la década de 1960. En plena crisis económica por la subida de los precios del petróleo que fue la de principios de la década de 1970, el poder de la revisión por pares y la molecularización de la mayor parte de los conceptos biológicos, buscó y encontró en los polímeros biológicos explicaciones fundamentales para los actos fisiológicos propios de los seres vivos y las posibilidades de intervenir en sus ADNs. Aquellas certidumbres parecían contrastar con la crisis, que se afrontaba desde la biología con la pericia experimental y pese a los cambios en los criterios de concesión de subvenciones a la investigación, que comenzaron a establecer temas prioritarios<sup>12</sup> y promesas biotecnológicas por venir.<sup>13</sup> Así lo constata la bibliografía. La conexión entre cultura, política y experimentación sigue en buena parte como asunto pendiente y, sin embargo, la influencia de los estudios culturales y antropológicos ha contribuido a resituar y complejizar los relatos históricos mientras la geopolítica del desarrollo del denominado Sur ensayaba y tomaba en serio sus propias conceptualizaciones, cuando decir sur es denominar espacios menos interesantes para el listado de descubrimientos científicos y por tanto genéticos, que aquellos a los que se atribuía el poder y la autoridad de la invención, con la correspondiente orientalización de otros puntos cardinales de su geografía; en el caso de la genética, del sur de Europa, las Américas y Oriente Medio.<sup>14</sup>

### TRAYECTOS HISTORIOGRÁFICOS: INFLUENCIAS

Un trabajo seminal, original y muy influyente para la historiografía de la biología molecular, o genética molecular, fue la publicación en 1974 de la preciosa reconstrucción que Robert Olby hizo del “camino hacia la doble hélice”.<sup>15</sup> Con un detalle experimental completo de la biología, la bioquímica y la química orgánica implicadas en la manufactura del modelo que Francis Crick y James Watson habían publicado en 1953, Olby, tras haber escrito quizá el recuento más inspirador hasta hoy sobre los orígenes del mendelismo, hace frente a la reconstrucción de las raíces de esa estructura fascinante.<sup>16</sup> Aquellos trayectos que Olby traza en su obra recuperan melancolías y olvidos que los recuerdos de Watson (1970 [1968]) [1968]) habían recortado en favor de su propio protagonismo en ese libro incorrecto y agresivo, *La doble hélice*, publicado en 1968.<sup>17</sup> Las críticas al contenido de ese texto de Watson fue quizá uno de los más tempranos orígenes de la historiografía de la genética molecular; y del género en ella, pues la respuesta al tratamiento que recibe en ese libro la cristalógrafa Rosalind Franklin fue clara y duramente contestado por Anne Sayre en la biografía que esta publicó sobre los trabajos fundamentales de Franklin en la propuesta de la estructura de hélice doble y sobre su trayecto vital.<sup>18</sup>

Media década después del trabajo erudito de Olby se publicó *El octavo día de la creación*. En él, Horace Freeland Judson reconstruye a la comunidad de biología molecular –otro nombre que tomaba la genética desde al menos la década de 1960– mostrándola como un conjunto amplio de investigadores ilustres –muchos hombres y algunas mujeres– cuyos logros investigadores habían puesto las bases de la biología contemporánea.<sup>19</sup> Fue en su momento un libro muy querido por la comunidad investigadora de biología y genética, que conoció así los orígenes de sus propias investigaciones y las de sus maestros. Encumbrados por Judson en la élite pionera de la biología contemporánea, legitimada por estudios en los que las reacciones químicas, los cambios experimentados por las moléculas en la generación de seres vivos y en sus procesos vitales y fisiológicos, se vio retratada tras un largo proyecto en el que el autor entrevistó a todos a quienes había seleccionado como protagonistas. El libro generó

<sup>11</sup> Wright 1994; Yi 2015; Campos y Cassata 2025.

<sup>12</sup> Brooks 1978.

<sup>13</sup> Bud 2010.

<sup>14</sup> Inspirado en Andreu-Miralles y Bolufer 2022 y en Bolufer 2016.

<sup>15</sup> Se toma aquí el concepto de biología molecular intercambiable con el de genética molecular, al ser este texto un ensayo historiográfico, que repasa la literatura sobre historia de la biología, y no la historia misma. Por esa razón, dada la centralidad que la biología molecular achaca a la molécula de ADN, ese espacio ha recibido también la denominación de genética molecular no solo por la historiografía que se cita en este ensayo sino por la propia comunidad dedicada a la experimentación en genética.

<sup>16</sup> Olby 1966.

<sup>17</sup> Olby 1991 [1974]; Watson 1970 [1968]; ver también De Chadarevian 2003.

<sup>18</sup> Sayre 1997 [1975]; posteriores son Maddox 2002; Santesmases y Calvo Roy 2019.

<sup>19</sup> Judson 1979.

espíritu comunitario y contribuyó a incluir la historia oral en la reconstrucción historiográfica contemporánea: el archivo de la memoria hacía su aparición si bien bajo el epígrafe “entrevistas”, legitimado por una respetable práctica considerada entonces periodística –oficio inicial del propio Judson–. Al mismo tiempo, su reconstrucción heroica generó muchas críticas y fue otras de las bases sobre las que se desarrolló la historiografía de la biología molecular. El detalle de la práctica experimental, y de sus fuentes de financiación en Estados Unidos, Inglaterra y Francia centró la investigación histórica, a su vez apoyada por políticas científicas en favor de investigaciones sobre la historia reciente de las ciencias contemporáneas en Europa y las Américas.

En la década de 1980, la historiadora de la biología molecular Pnina Abir-Am comenzó a publicar sus estudios sobre el Bio-theoretical gathering, al que atribuye su parte en los orígenes de la biología molecular en Gran Bretaña cuando esta se pensaba y aspiraba a teorizarse inspirada en la física.<sup>20</sup> Su estudio sobre ese grupo de mujeres y hombres pionero en el pensamiento físico-biológico, cuya solicitud de financiación a la Fundación Rockefeller esta había rechazado, ha sido uno de los orígenes de la historiografía crítica de la biología molecular. Las publicaciones de Abir-Am se suceden desde entonces, y de ellas se extraen los primeros estudios en los que la política nacional e internacional, el género y las estrategias de la Fundación Rockefeller en la reproducción de las élites socio-académicas permiten explicar la fuerza con la que la genética y sus estrategias experimentales y socio-epistémicas han adquirido un protagonismo influyente en la biología, la medicina y la salud pública contemporáneas.

Las promesas de la biología fueron en la década de 1980 de una capacidad científica, política y financiera enormes. En ese momento, las investigaciones en historia de la biología, atenta a esos logros, analizaba el origen de esos experimentos de forma que, en la década siguiente de 1990 comenzaron a publicarse sus hallazgos, los cuales marcaron pautas a seguir no solo para la comprensión de las epistemologías moleculares sino también de sus prácticas experimentales y de obtención de subvenciones. Los desarrollos de las investigaciones sobre las proteínas,<sup>21</sup> los ácidos nucleicos y los enzimas<sup>22</sup> y su relación con los espacios de autoridad académica a los que se adscribían, al principio sobre todo de la bioquímica,<sup>23</sup> así como los trayectos experimentales y epistémicos que trasladan el protagonismo socio-académico de la bioquímica a la biología molecular,<sup>24</sup> los instrumentos utilizados,<sup>25</sup> los sistemas experimentales<sup>26</sup> y las epistemologías que la política científica movilizaba<sup>27</sup> pusieron las bases de una historia molecular de la genética que destacaba los orígenes de la influencia del norte de Europa y de América en esos hallazgos y participaba en la estabilización del liderazgo de esas comunidades en la construcción del conocimiento biomédico contemporáneo tanto como en su historiografía.

La centralidad de los ácidos nucleicos, el ADN y los ARN, se ponía de manifiesto al tiempo que se construía una aproximación crítica a ese protagonismo, en parte ligada a las onto-epistemologías bioquímicas, que habían hecho de la reversibilidad de las reacciones que tenían lugar en el interior de los seres vivos procesos representados en forma de ciclos, en retroalimentación permanente. La historiografía de la biología molecular encontró en los trayectos de la bioquímica muchos de los orígenes de los experimentos que tal biología molecular practicaba. Mientras se identificaba el ADN como molécula contenedora de la herencia biológica, historia de la que dio cuenta brillante Olga Amsterdamska,<sup>28</sup> la historiografía dedicó mucho análisis a la participación de las proteínas en los orígenes de este espacio de la biología. Las proteínas habían sido las mejores candidatas de entre las macromoléculas biológicas aspirantes a responsables de la herencia biológica en la reproducción o división celular, hasta que tres investigadores del Instituto Rockefeller comprobaron la actividad del ADN en experimentos con neumococos.<sup>29</sup> Los microbios acompañarían siempre a la genética molecular como sistemas experimentales de fácil manejo y conjuntos sencillos de sustancias.

Las primeras reconstrucciones que discutían esa relación se reunieron en un monográfico de la revista *Journal of the History of Biology* que, coordinado por Soraya de Chadarevian y Jean-Paul Gaudillière, reunía trabajos sobre las herramientas bioquímicas que la comunidad autodenominada de biología molecular había manejado en sus

<sup>20</sup> Abir-Am 1982a y 1982b, 1989, 1992a y 1992b, entre los más influyentes.

<sup>21</sup> Abir-Am 1992a, Rheinberger 1997.

<sup>22</sup> de Chadarevian y Gaudillière 1996.

<sup>23</sup> Creager 1996, Gaudillière 1996.

<sup>24</sup> Creager y Gaudillière 1996, Rheinberger 1997, Santesmases 2005.

<sup>25</sup> Rasmussen 1999, Rheinberger 2003 [2001].

<sup>26</sup> Creager 2002.

<sup>27</sup> Kay 1993.

<sup>28</sup> Amsterdamska 1993.

<sup>29</sup> Amsterdamska 1993; Abir-Am 1992a y 1992b; de Chadarevian 2002.

experimentos.<sup>30</sup> Esos experimentos estaban siendo analizados con detalle exhaustivo por Frederic L. Holmes en sus dos tomos sobre Hans Krebs.<sup>31</sup> De los ciclos biológicos, el propuesto por Krebs fue uno de los más celebrados por su bella representación para una comunidad socio-epistémica que buscó y encontró en las reacciones químicas (en las transformaciones de unas sustancias en otras) las bases moleculares de la herencia biológica y de cada uno de los actos de los seres vivos, la degradación de los azúcares entre los que resultaron esenciales. Holmes extrajo de los cuadernos de laboratorio de Krebs el detalle experimental del proceso que llevó a este a proponer el ciclo que lleva su nombre. Tanto en Berlín —se había formado con Otto Warburg—<sup>32</sup> como en Oxford y ya una vez establecido en Sheffield, a donde había llegado huyendo del nazismo, Krebs hizo sus propuestas. Aquella obra en dos volúmenes de Holmes sobre Krebs contribuyó, como lo hizo la de su colega Gerald Geison sobre Louis Pasteur,<sup>33</sup> a tomar los cuadernos de laboratorio como fuente y recurso para la investigación histórica, y al prolijo saber bioquímico como herramienta principal a examinar. Pero sobre todo colocó a los ciclos en el centro de las explicaciones sobre los procesos metabólicos y su regulación. La idea de ciclo parece haber sido parte del *Zeitgeist*: ya en la década de 1930, tanto el bioquímico Krebs como el economista Joseph A. Schumpeter acudían al concepto de ciclo para mostrar la historia de los procesos, bioquímicos en un caso y de la economía en el otro.<sup>34</sup>

La reconstrucción de la manufactura del conocimiento sobre los ciclos de degradación de los azúcares, protagonistas de los procesos metabólicos en el interior de las células, contribuían a explicar de dónde procedía la elaboración de tales ideas.<sup>35</sup> La energía para vivir, moverse, desarrollarse y digerir alimentos, esa sucesión de reacciones, contenía la reversibilidad en sus muchos pasos. Esa reversibilidad se estudió como reguladora de excesos o defectos en las cantidades relativas de los compuestos involucrados en el metabolismo y su genética. La propia idea de reversibilidad merece un estudio y una revisión epistémica pues desafía el destino fatal de la genética, la cual, tanto la heredable como la congénita, parecían haber seducido a la comunidad científica molecular. La historiografía de la bioquímica soslaya la fatalidad para centrarse en los procesos reversibles implicados mientras la historiografía de la genética (o biología) molecular se ha dedicado a analizar las circunstancias políticas, sociales, culturales y epistémicas de la molecularización y de la construcción del ADN como molécula directora de la actividad celular. No se trataba, según mostraba la historiografía, de la vida retratada en la mesa del laboratorio como un destino molecular de sucesión de sustancias, ambición de la genética, o biología, molecular, sino de una concepción de los procesos vitales como fenómenos en retroalimentación permanente.

La centralidad del ADN fue parte influyente de la historiografía y la nueva sociología de la ciencia, que mostraba la construcción de los hechos científicos, los más fiables saberes y las prácticas más respetadas, por su capacidad para ser realizadas en laboratorios distintos a los que las inventaron.<sup>36</sup> Bruno Latour y Steve Woolgar,<sup>37</sup> y la escuela de Edimburgo de estudios de ciencia, tecnología y sociedad, con su conocido como *programa fuerte* y liderada en su día por David Edge, produjeron tanto historiografía y sociología influyentísima de las ciencias como nuevas revistas y editoriales donde publicar sus hallazgos y difundir sus metodologías críticas. El conocimiento —los saberes y prácticas de las ciencias, y en este caso de la genética— se toma desde la década de 1970 inmerso en los tiempos, lugares y culturas en las que se produce y la historiografía de la genética molecular es parte y heredera de esas propuestas conceptuales y metodológicas.

A lo largo de la década de 1990, Dorothy Nelkin y Susan Lindee analizaron con mucho tino crítico la centralidad socio-científica del ADN.<sup>38</sup> El biólogo e historiador francés Michel Morange publicó el primer recuento histórico de la biología molecular; él mismo biólogo molecular, escribió una reconstrucción desde dentro, en la que el detalle experimental y los conceptos son protagonistas y colocaba a la comunidad francesa como uno de los centros de su relato.<sup>39</sup> La inspiradora historiadora de la biología molecular Lily Kay revisó la participación del California Institute of Technology y la Fundación Rockefeller,<sup>40</sup> y Robert Kohler desmembró las contribuciones de Europa

<sup>30</sup> De Chadarevian y Jean-Paul Gaudillière 1996.

<sup>31</sup> Holmes 1991 y 1993.

<sup>32</sup> Werner 1997.

<sup>33</sup> Geison 1995.

<sup>34</sup> Schumpeter 2002 [1939].

<sup>35</sup> De Chadarevian y Jean-Paul Gaudillière 1996; Creager y Gaudillière 1996.

<sup>36</sup> Abir-Am 1992.

<sup>37</sup> Latour y Steve Woolgar 2022 [1979].

<sup>38</sup> Nelkin y Lindee 1995.

<sup>39</sup> Morange 1994.

<sup>40</sup> Kay 1993.

en la producción de la bioquímica.<sup>41</sup> Para entonces los estudios históricos entrelazaban las moléculas que había investigado la bioquímica (azúcares y proteínas implicadas en los procesos metabólicos entre los más destacados y cautivadores) con las que estudiaba la genética en los procesos de replicación del ADN, las tareas de los ARN y de la división celular.<sup>42</sup>

En los primeros años de 2000 esas tendencias historiográficas aparecen en un conjunto de publicaciones que relaciona los grandes polímeros biológicos (proteínas, enzimáticas o no, e hidratos de carbono) con el ADN y los ARN. La relación entre los procesos internos a la célula queda historizada: los modos de mirar y nombrar esos procesos que describe la bibliografía de la genética molecular y la bioquímica se muestran como parte de un todo complejo de conceptos, moléculas y prácticas. Angela Creager publicó sobre los virus como principales sistemas experimentales de la genética molecular, herederos de las políticas de promoción de la investigación sobre la polio por el presidente Franklin D. Roosevelt desde la década de 1940;<sup>43</sup> Jean-Paul Gaudillière sobre las relaciones de la comunidad francesa con Estados Unidos;<sup>44</sup> Lily E. Kay analizó la construcción de los experimentos y la terminología del código genético;<sup>45</sup> y Soraya de Chadarevian exploró el detalle socio-académico y experimental de los orígenes de la biología molecular en la Universidad de Cambridge;<sup>46</sup> yo misma analicé las transiciones científicas y políticas de la fisiología a la biología molecular, a través de las relaciones entre Estados Unidos y España y en el trayecto biográfico de Severo Ochoa y de la comunidad española de bioquímica y biología molecular.<sup>47</sup> Esos estudios inscribían los tránsitos de la herencia biológica hacia la molecularización conectando biología, organismos financiadores, estrategias de negociación académica y poderes políticos en la manufactura de esa nueva biología que era la genética molecular como parte del proceso de “invención de la biomedicina”, como lo denominó Gaudillière.<sup>48</sup>

Creager estudió las políticas radiactivas de distribución de estos isótopos radiantes fuera de los Estados Unidos, al compartir material de archivo sobre los primeros encuentros entre los radioisótopos y la comunidad investigadora de finales de la década de 1940, en los que estuvo implicada la Embajada de España en Washington.<sup>49</sup> Fue Creager quien, al llevar a su práctica investigadora la cultura material, dio las claves de los fundamentos de la biología contemporánea: políticos, experimentales, epistémicos y ionizantes. Al analizar con destreza y detalle la producción de isótopos radiactivos, la promoción por parte de la Atomic Energy Commission de los Estados Unidos del uso de estos átomos radiantes para los estudios biológicos y de los procesos por los que las sustancias que se sintetizaron con ellos hicieron posibles, Creager ha puesto definitivamente las radiaciones, la radiactividad y la contaminación radiactiva como agentes principales de la historiografía de la biología contemporánea y, dentro de ella, de la genética molecular. La contaminación radiactiva, según el estudio de Creager, estuvo presente en los laboratorios de biología molecular donde el uso de sustancias marcadas permitió conocer los procesos de síntesis y degradación de sustancias, al poder seguirse la pista gracias a que las radiaciones que emitían podrían conocerse con el uso de detectores –contadores Geiger y de centelleo–.<sup>50</sup> La reconstrucción de Creager es testimonio de la capacidad productora de saber biológico que la radiactividad ha generado. La principal ironía de su trabajo se refiere al uso de moléculas marcadas para estudios sobre ecología y medio ambiente, gracias a que pudieron seguirse la pista por ríos y lagos a sustancias radiactivas que se vertieron para viajar por sus cauces, como se tiraba al mar la basura radiactiva.<sup>51</sup> La retroalimentación contaminante que desde 2006 el trabajo de Creager ha puesto de manifiesto proporciona fundamentos, junto a los estudios de Jacob Hamblin, para explicar el movimiento antinuclear en Estados Unidos y en Europa, aun con trayectos distintos, desde la investigación biológica actual, o reciente, cuando la energía nuclear ha sido calificada como “verde” por los poderes públicos en algunos países y el anhídrido carbónico se señala como enemigo principal a combatir con el pago de cuotas.<sup>52</sup>

<sup>41</sup> Kohler 1982.

<sup>42</sup> Gaudillière 1996.

<sup>43</sup> Creager 2002; y también Smith 1990.

<sup>44</sup> Gaudillière 2002.

<sup>45</sup> Kay 2000; Gaudillière 2002.

<sup>46</sup> de Chadarevian 2002.

<sup>47</sup> Santesmases 2000, 2005.

<sup>48</sup> Gaudillière 2002.

<sup>49</sup> Creager 2013.

<sup>50</sup> Rheinberger 2003 [2001].

<sup>51</sup> Hamblin 2009.

<sup>52</sup> Creager 2006; Hamblin 2007, 2009.

La historiografía ha mostrado que lo que hoy se denomina diplomacia científica ignoró, o pretendió ignorar, las políticas de aislamiento a las que estaba sometida la España de la dictadura de Franco desde el fin de la Segunda Guerra Mundial por la victoria aliada. La distribución de isótopos en España y sobre todo, las promesas de modernización experimental de este uso civil de la energía atómica, generó una alianza duradera entre investigación, saber biológicos y tolerancia radiactiva de la que las comunidades biomédicas, sus saberes y prácticas, son herederas.<sup>53</sup> Sesiones temáticas en congresos internacionales y reuniones historiográficas generaron publicaciones colectivas, en las que se analizan comunidades nacionales y sus particularidades, que conservan su actualidad pues agruparon contribuciones transnacionales en forma de estudios críticos sobre estrategias, epistemologías, políticas y experiencias con isótopos radiactivos en varios países de Europa y América con un enfoque propio de los estudios sobre la cultura material.<sup>54</sup>

Tras los relatos sobre la molecularización de las ciencias naturales y de la vida,<sup>55</sup> las moléculas de ácidos nucleicos aún conservan su protagonismo historiográfico desde la era de la biotecnología y de su comercialización, que Doogab Yi analizó en profundidad.<sup>56</sup> Los proyectos de determinación del genoma humano como culminación de décadas de biología molecular e ingeniería genética han sido historizados por Miguel García-Sancho, que ha puesto el acento en las técnicas experimentales de secuenciación que él mismo había examinado al estudiar a Fred Sanger, uno de sus inventores y más influyente diseñador.<sup>57</sup> Los resultados de los proyectos sobre el genoma han proporcionado tantas preguntas como respuestas. Las secuencias de nucleótidos que contienen sus hallazgos tienen pendiente mucha investigación sobre el significado biológico de cada pedazo, sobre la relación entre pedazos distantes y sobre el concepto de gen, prácticas y culturas genómicas que ha examinado la antropología y la sociología críticas de la biología. Y han generado debates sobre las culturas y las prácticas discriminatorias que la genomización, en este caso de la raza, han producido. El proyecto liderado por el historiador Carlos López Beltrán y los antropólogos Peter Wade, Eduardo Restrepo y Ricardo Ventura Santos sobre la construcción de los genomas mestizos explora la relación entre raza, nación y biología en América Latina y la experimentación genética en las culturas discriminatorias, racistas y clasificatorias por habilidades intelectuales.<sup>58</sup>

## INTERLUDIO SOBRE LOS PODERES Y LIMITACIONES DE LAS FUENTES DE ARCHIVO

La historiografía de los isótopos radiactivos y su uso en las investigaciones ecológicas, biológicas y biomédicas tienen una deuda principal con la apertura de los archivos, hasta entonces en su mayoría secretos, de la Comisión de Energía Atómica de los Estados Unidos en la década de 1990. La apertura de los archivos y sus políticas han sido a menudo una de las estrategias más eficaces para una historiografía de la biología molecular y de otras biología, como también de la salud pública, basada en el protagonismo de los Estados Unidos, de Gran Bretaña y de otros países del norte europeo, que han ofrecido archivos abiertos a la investigación histórica. En el caso de la biología molecular, ese nombre nuevo para una nueva biología fue acuñado por un conjunto de agentes, entre los que se ha destacado al director de la Unidad de Ciencias de la Vida de la Fundación Rockefeller, Warren Weaver, quien ya usaba el término en la década de 1930.<sup>59</sup> Pero sería en la década de 1960 cuando ese título, biología molecular, se consolidó en los nombres de nuevos departamentos universitarios y de investigación.<sup>60</sup> Para entonces, el archivo de la Fundación Rockefeller (RAC) en North Tarrytown, en una de las mansiones de la familia a orillas del Hudson, al norte de la ciudad de Nueva York, albergaría uno de los fondos más visitados por las investigaciones sobre historia de la medicina, la salud pública y también la biología molecular. Los fondos conservados son relato detallado sobre la vida cotidiana de uno de las grandes benefactoras de la investigación biomédica metropolitana y también de la colonial. Al poner sus papeles históricos a disposición de la investigación, el fondo Rockefeller, los diarios de cuyos empleados son fuente inagotable de estudios, construye y consolida el protagonismo de esa fundación que lo posee y sostiene, a falta de otros fondos tan ricos, abundantes y estratégicos.

<sup>53</sup> Gaudillière 2002; Santesmases 2006.

<sup>54</sup> Strasser y de Chadarevian 2011; Herrán y Roqué 2009; Creager y Santesmases 2006.

<sup>55</sup> De Chadarevian y Kaminga 1998.

<sup>56</sup> Yi 2015, 2011.

<sup>57</sup> García-Sancho 2010, 2012; García-Sancho *et al.* 2022.

<sup>58</sup> Wade, *et al.* 2014; López Beltrán 2011, Nieves Delgado *et al.* 2017.

<sup>59</sup> Abir-Am 1982a; Kay 1993.

<sup>60</sup> De Chadarevian 2002.

Las fuentes de los centros metropolitanos de la autoridad geopolítica de la genética contemporánea dirigen, sesgan y circundan nuestros trabajos con eficacia conocida y han situado a las entidades financiadoras que han sido capaces de conservar sus archivos como agentes de las historias que hemos podido contar como comunidad historiadora.<sup>61</sup> La historiografía de los archivos de la genética queda como cuenta pendiente.

## ENTRE LA HISTORIOGRAFÍA CULTURAL DE LA HERENCIA BIOLÓGICA Y LA GENÉTICA MÉDICA

Al protagonismo de la comunidad francesa en la biología contemporánea contribuyó el trabajo del biólogo y filósofo de la ciencia alemán Hans-Jörg Rheinberger quien, tras una carrera investigadora en biología molecular y traducir con Hanns Zischler *De la Grammatologie*, de Jacques Derrida al alemán,<sup>62</sup> emprendió la reconstrucción de las investigaciones sobre proteínas como trabajo realizado al amparo de las políticas de promoción de la investigación sobre el cáncer en Estados Unidos —el cáncer como evento de proliferación celular y el crecimiento celular como proceso de biosíntesis de proteínas—.<sup>63</sup> Rheinberger reconoció muchas veces la influencia que la reconstrucción histórica del concepto de herencia manejado por el biólogo francés François Jacob había tenido en su pensamiento.<sup>64</sup> El redescubrimiento de la obra de Jacob sobre la herencia por la comunidad historiográfica se mantiene hasta hoy, alimentado en su momento por las obras de López Beltrán y de Rheinberger, en las que la influencia de la cultura francesa, de Georges Canguilhem a Michel Foucault y Derrida, pasa por el pensamiento de Jacob, reconstruido en buena parte por la práctica experimental de este como influyente genetista molecular y por su recuento de la historia de la herencia en un singular libro suyo. Para cuando a principios de los 2000 Rheinberger puso en marcha su proyecto sobre historia cultural de la herencia biológica en el recién creado Departamento III: Experimental Systems & Spaces of Knowledge, del Instituto Max Planck de Historia de la Ciencia de Berlín, su relación con el historiador mexicano Carlos López Beltrán se sumó a sus influencias.

Si la biología molecular es un espacio de negociación académica que toma otros nombres, entre ellos el de genética molecular, asignado como parte de una emergente biomedicina, su epistemología abunda en los saberes sobre la herencia biológica.<sup>65</sup> La adjudicación del origen biológico de los procesos hereditarios a la molécula de ADN no fue la única aproximación a las preguntas sobre la herencia. La historiografía sobre la biología en el Cambridge de principios del siglo XX<sup>66</sup> muestra un trayecto paralelo al de la biología molecular en el que la reconstrucción sobre la citología centrada en los cromosomas fue agente duradero en los orígenes de la genética médica. El biólogo de Cambridge William Bateson había acuñado el término genética entre 1905 y 1906. Sus trabajos sobre la herencia estuvieron ligados a sus esfuerzos por la difusión de los de Gregor Mendel.<sup>67</sup>

A la búsqueda de conexiones con los conceptos de herencia, la historiografía de la medicina y los estudios sobre la experimentación, que incluían la bioquímica y las políticas nacionales e internacionales que promovieron investigaciones sobre la genética de las radiaciones ionizantes,<sup>68</sup> exploró la epistemología de la célula al regresar a entidades vivas de composición compleja y a sus relaciones con los cuerpos.<sup>69</sup> El cáncer permanecía como agente sujeto a indagación, como enfermedad, como desorden celular, como anatomía patológica de la proliferación cromosómica y celular. La historiografía encuentra en la investigación sobre el cáncer de la década de 1950 uno de los orígenes de la genética humana.<sup>70</sup>

La genética médica fue inicialmente historizada por Susan Lindee en su estudio de un conjunto de experiencias en Estados Unidos.<sup>71</sup> Esta historiadora y socióloga de la Ciencia de la Universidad de Pensilvania, exploró, tras sus estudios críticos sobre el ADN como mito, tanto la genética de poblaciones en comunidades aisladas como los primeros experimentos con cromosomas humanos, en parte herederos de los estudios de genética de poblaciones que había emprendido la comunidad de filosofía e historia de la biología en Estados Unidos desde William Provine,

<sup>61</sup> Cueto 1994; Kay 1993; Rodríguez Ocaña 2000, Santesmases 2005.

<sup>62</sup> Derrida 1992 [1967].

<sup>63</sup> Rheinberger 1997; García-Sancho *et al.* 2014.

<sup>64</sup> Jacob 1986 [1970].

<sup>65</sup> De Chadarevian 2002; de Chadarevian y Kamminga 1998.

<sup>66</sup> Además de Olby 1966; Richmond 2006.

<sup>67</sup> Richmond 1997 y 2006; McOuat 2001; Bateson 2009 [1928].

<sup>68</sup> Rader 2004.

<sup>69</sup> Santesmases y Suárez-Díaz 2014.

<sup>70</sup> Santesmases 2014.

<sup>71</sup> Lindee 2005.

que transitó de la estadística biométrica a la antropología histórica. Ese estudio incluía la reconstrucción de los hallazgos de Joe Hin Tjio y Albert Levan en el Instituto de Genética de la Universidad de Lund, en Suecia.<sup>72</sup> Tjio trabajaba por entonces como investigador contratado por la Estación Experimental Aula Dei que el CSIC había creado en Zaragoza en 1944, trasladada a su ubicación actual en 1952. El acceso a los archivos de la Estación y a los del Instituto de Genética de la Universidad de Lund (Suecia) permitió localizar sus trabajos sobre genética de cereales y árboles frutales y la relación de estos con sus trabajos en colaboración con Levan. La historiografía ha situado en el trabajo de Tjio y Levan publicado en la revista sueca *Hereditas* la identificación no solo de un nuevo número de cromosomas humanos (46; 48 fue hasta entonces el aceptado) sino de un método para obtenerlos a partir de muestras humanas de forma que pudieran verse al microscopio y contarse.<sup>73</sup> La materialidad y la epistemología del trabajo experimental del laboratorio de citogenética (de la genética de cromosomas) tomaba forma historiográfica.

El desplazamiento hacia la historia de la herencia biológica de la comunidad que escudriñó los orígenes de la biología molecular en plena era de la biotecnología parece haber implicado no solo el acceso a otros archivos –también al de la Organización Mundial de la Salud (OMS)– sino la selección de objetos de estudios que ya no eran moléculas. Fue el siglo del gen, como lo denominó Evelyn Fox Keller, el que pudo haber generado el interés por las entidades biológicas que son los cromosomas y los experimentos con los cuales se trazaron nuevas historiografías de la genética.<sup>74</sup> La re-evaluación del concepto de herencia biológica se produjo en una confluencia, siquiera parcial, entre la historiografía de la medicina y la de la biología. Las enfermedades hereditarias y las congénitas, por un lado, y los experimentos con muestras procedentes de pacientes desde mediados de la década de 1940 en Estados Unidos y el norte de Europa, atrajeron la atención tanto de los estudios sobre los orígenes de ese espacio biomédico como de la historiografía de la biología y los estudios de sexo y género.

El proyecto dirigido por Rheinberger entre 2001 y 2006 junto a Staffan Müller-Wille y Christina Brandt en Berlín, *Historia cultural de la herencia*, contribuyó a generar y mantener en contacto a una comunidad historiográfica que se ha beneficiado y al tiempo ha enriquecido como colectivo la epistemología histórica, la cultura material y las narrativas de largo recorrido de la genética contemporánea. El libro de conclusión del proyecto, firmado por Rheinberger y Müller-Wille, es un extracto recopilatorio de varios volúmenes de *preprints* que publicó el Instituto Max Planck de Historia de la Ciencia de Berlín y de publicaciones adicionales.<sup>75</sup> Allí se incluyen contribuciones procedentes de proyectos en curso que se publicarían como monografías sobre los orígenes de la genética cromosómica de plantas, animales y humana.<sup>76</sup> El cultivo de plantas, la cría selectiva de animales y los orígenes médicos de la herencia biológica han resultado agentes de una historia antigua, no siempre relacionada con la teoría de la evolución ni con las propuestas hereditarias de Gregor Mendel sino con sucesivas prácticas de experiencias en el campo, en el laboratorio y en la clínica. La genética contemporánea tiene una deuda original y esencial con esos espacios y las relaciones entre ambos. Como explicó Darwin, la cría selectiva fue tomada por él como un proceso acelerado de lo que él mismo denominó selección natural.<sup>77</sup> Y aunque no profundizó de forma monográfica sobre la herencia biológica, Darwin desarrolló los conceptos de gémula y pangénesis, y contribuyó a generar pensamiento posterior sobre lo que acabaría por denominarse genética en el siglo XX<sup>78</sup> y participaría en la articulación de los significados atribuidos al concepto de gen.<sup>79</sup>

La historización de la genética médica ha atraído la atención de colectivos también en las propias comunidades genetistas –el genetista británico Peter Harper habría sido uno de los más influyentes– junto a los estudios sobre el consejo genético, precedida por la profunda introducción al estudio de los orígenes de tal práctica médica de Alexandra Minna Stern, consejo genético que el propio Harper había ejercido.<sup>80</sup> Fue Harper uno de los principales movilizadores de la memoria de la comunidad genetista, de la británica en especial, al realizar y publicar, en una página web que sigue abierta, entrevistas a quienes consideró que habían destacado, con el fin de reconstruir la historia de la genética humana y proveer a la investigación de una fuente aun inagotable para trazar los trayectos

<sup>72</sup> Una década después su cultura material fue historizada por de Chadarevian 2020; y Santesmases 2014.

<sup>73</sup> Martin 2004.

<sup>74</sup> Keller 2000.

<sup>75</sup> Müller-Wille y Rheinberger 2012. Entre las obras previas producto también de ese programa: Gaudillière y Rheinberger 2004; Rheinberger y Gaudillière 2004; Gausemeier *et al.* 2014; Müller-Wille y Brandt 2016.

<sup>76</sup> De Chadarevian 2014, Campos 2015; Curry 2016 y 2022.

<sup>77</sup> Darwin 2008 [1868].

<sup>78</sup> Olby 1966; Hodge y Radick 2003.

<sup>79</sup> Rheinberger y Müller-Wille 2020.

<sup>80</sup> Petermann *et al.* 2017; Stern 2012; Harper 1981 y 2008.

que conducen a la genética médica actual.<sup>81</sup> La historiografía ha situado los orígenes de esas prácticas en los estudios de cromosomas de personas infértiles o con dificultades intelectuales entonces denominadas retraso mental. Hay acuerdo al adjudicar a la clínica francesa Marthe Gautier el hallazgo, a finales de la década de 1950, del cromosoma adicional de un grupo de niñas y niños con síndrome de Down que estaban siendo tratados en el Hôpital des Enfants Malades de París en un proyecto en el que se involucraron tanto el clínico Raymond Turpin como Jérôme Lejeune, que recibiría todo el crédito por esos resultados.<sup>82</sup> El sesgo clínico de los estudios sobre casos excepcionales, que se fijaba en las denominadas deficiencias mentales o de fertilidad, se proyectó sobre los cromosomas para estabilizar las discriminaciones que la cultura de la mirada entrenada en identificar diferencias y parecidos reconocía a simple vista. Precisamente la discriminación a simple vista, el reconocimiento facial y el racismo han sido estudiados por Abigail Nieves Delgado y por Andrea Núñez Casal, con una perspectiva etnográfica historizada, en trabajos que profundizan en las técnicas que han hecho de esa discriminación a simple vista agente en la construcción biológica y tecnocientífica de identidades.<sup>83</sup> La historiografía de tal determinismo genético encontró en los cromosomas el material agente que dotó, o intentó dotar, de base genética –congénita o hereditaria– a las actitudes y políticas discriminatorias por habilidades y de género.

## HISTORIZAR GENÉTICA Y GÉNERO

Los estudios feministas y de género exploraban los cromosomas como agentes en la construcción y deconstrucción del binomio femenino-masculino. Desde la reconstrucción tan influyente de Anne Fausto-Sterling sobre la diversidad de cromosomas sexuales y la historiografía tan reveladora del trabajo de Isabel Delgado, contribuciones posteriores han mostrado al género como agente en la manufactura de la genética contemporánea, en la genetización de los conceptos de femenino y masculino, la diversidad de cuerpos y géneros desde los estudios sobre esos cromosomas sexuales y la participación de las mujeres en esas investigaciones.<sup>84</sup> Los estudios sobre la determinación biológica del sexo y el género han atraído la atención de la historiografía más inspiradora y de la historiografía del género y transgénero que han tomado a las parejas de cromosomas sexuales XX y XY, asignadas respectivamente a mujeres y a hombres, como acompañadas de otras muchas combinaciones (p. ej. XXX, XO, XXY) desde las primeras investigaciones sobre cromosomas sexuales en la especie humana –y en muchas otras especies– con consecuencias en la clínica.<sup>85</sup>

Las sucesivas generaciones feministas circundan y modelan una historiografía de la genética que toma al género como agente. Los estudios de Fiona Miller y, más tarde, los de Nathan Ha sobre la cromatina sexual, también conocida como cuerpo de Barr, han propuesto los conceptos de femenino y masculino como plásticos, historizados, sujetos a los significados que la biología y la cultura social han asignado a la dicotomía sexual y a sus atributos.<sup>86</sup> Las investigaciones sobre las bases históricas de los conceptos de hermafroditismo y transgénero, y sus prácticas clasificatorias, muestran el papel central que juega la socialización, las emociones y la propia percepción de cada cual respecto a su cuerpo que, acompañado de las asignaciones de sexo “verdadero” en casos dudosos, muestra los debates que han generado los estudios críticos, la historiografía incluida, sobre la genetización del sexo y el gobierno de la autoridad médica en la práctica de tal asignación. La diversidad cromosómica que ya analizó Fausto-Sterling se ha incorporado a la historiografía cromosómica para mostrar una biología que parece haberse resistido tanto a la dicotomía femenino-masculino como a las categorías capacitantes y discapacitantes de la clasificación en torno a los valores de la inteligencia y sobre la biologización de la otredad.<sup>87</sup>

El denominado feminismo de la tercera ola y el activismo socio-académico han modelado a la historiografía en una retroalimentación rica en los matices políticos de su cultura material. La categoría género ha enriquecido la historiografía, que ha contribuido a las discusiones sobre las prácticas clasificatorias y discriminatorias que la experimentación con cromosomas, los sexuales incluidos, ha producido.<sup>88</sup> Se ha señalado la diversidad de

<sup>81</sup> <https://genmedhist.eshg.org/interviews/recorded-interviews/>.

<sup>82</sup> Gautier 2009.

<sup>83</sup> Nieves Delgado 2020, 2023; Núñez Casal 2024.

<sup>84</sup> Fausto-Sterling 2006 [2000]; Delgado Echeverría 2007; Hatakeyama 2021; Hogan 2013 y 2016; Lindee 2005; Richardson 2013; Richmond 1997, 2006, 2017; Santesmases 2020a y 2020b, Satzinger 2008 y 2012.

<sup>85</sup> Gill-Peterson 2022; Eder 2024.

<sup>86</sup> Miller 2006; Ha 2011, 2014.

<sup>87</sup> Hogan 2011 y 2014; del Cura 2011.

<sup>88</sup> Richardson 2013.

combinaciones de cromosomas X e Y, su relación con la genetización del diagnóstico médico y del pronóstico prenatal. En esa confluencia de la historiografía de la biología con la de la medicina se han producido las contribuciones más inspiradoras en busca de explicaciones socio-epistémicas, con raíces profundas en las culturas políticas discriminatorias. La mirada colonial y la poscolonial, tanto como la propia de las sociedades patriarcales que tomaron al masculino privilegiado como referencia estándar, han sido discutidas por una historiografía de la biología atenta a los detalles experimentales propios de la generación de epistemologías visuales y de sus sesgos, críticos con una naturalización de las diferencias y las desigualdades.

Las imágenes y sus objetos ocupan desde hace ya al menos dos décadas el espacio historiográfico de la biología, como lo habían hecho en la de la medicina.<sup>89</sup> La cultura visual no solo toma como epistemología los dibujos y las fotografías de los cromosomas y de los cuerpos de los que se extrajeron las muestras para su estudio –insectos, animales, plantas y seres humanos– sino que se ha convertido en fuente esencial para una historiografía de la genética como imagería biológica. Las series de imágenes han contribuido a conocer las prácticas de la genética, que han hecho de las fuentes visuales recursos principales para historizarla, en una práctica de reconstrucción de las grafías y los signos formales que se inspira en muy buena parte en la historiografía de la embriología,<sup>90</sup> como también lo está en las políticas discriminatorias de la mirada colonial de apariencia hegemónica sobre apariencia y racismo.

### OTREDADES HISTORIOGRÁFICAS POSCOLONIALES

El giro decolonial ha afectado a la historiografía que, inspirada en estudios culturales y antropológicos, afronta su renovación. La genómica ha sido estudiada ligada al concepto de raza y etnia, y a las culturas de las tecnologías del reconocimiento facial –ya se han mencionado los trabajos de Abigail Nieves Delgado, Andrea Núñez Casal y Carlos López Beltrán–. Los trabajos sobre comunidades nacionales adicionales a las tomadas como descubridoras, diseñadoras y pioneras, han proporcionado medios para dotar de protagonismo historiográfico a la circulación de saberes y prácticas de la genética, y de sus imágenes<sup>91</sup> como había hecho Darnton unas décadas antes en su reconstrucción de la circulación de la información y los libros.<sup>92</sup> La tarea de la ampliación, desde la descentralización, de la historiografía se ha abordado desde los estudios críticos de la genómica. Los estudios de genética de poblaciones, siempre historizados desde el trabajo seminal de los estudios poscoloniales sobre genética de poblaciones, estuvieron en el origen de la genetización de la propia historiografía de la biología. Ana Barahona y Edna Suárez incluyeron sus estudios, primero en colaboración y luego de forma independiente, para reflejar las adaptaciones de las técnicas genetistas a la comunidad biomédica mexicana y a un indigenismo biológico que han escudriñado para mostrar la diversidad de miradas sobre la genetización de la medicina y la cultura visual pública, las diferencias sociales y la biología.<sup>93</sup> El estudio histórico de Jenny Bangham sobre los grupos sanguíneos en Gran Bretaña muestra los matices que las relaciones entre esas clasificaciones y la burocracia contribuyeron a la estabilización de la genética humana mediante los estudios de poblaciones humanas que se realizaron en muestras de sangre donadas para subsecuentes transfusiones.<sup>94</sup> Entre las recientes aportaciones historiográficas de la genética hay que destacar las construidas, ya se ha dicho, sobre procesos de genomización de poblaciones nacionales, indígenas y étnicas, aportaciones en parte herederas de los estudios etnográficos tanto como del giro antropológico de la propia historiografía. Entre los ejemplos recientes más inspiradores están los estudios sobre genética en países de Oriente Medio de Elise Burton, y la historizaciones de la genética de las comunidades judías y romaníes, analizados por Veronika Lipphardt.<sup>95</sup> La comunidad de historia de la genética ha crecido con esos estudios sobre genética y poblaciones. Podría considerarse un regreso de la genética de poblaciones, que busca en las aproximaciones éticas de la genómica una ampliación de su foco, con el fin de historizar, por un lado, la genética humana desde el análisis de los estudios de la genómica en el laboratorio y la clínica y, por el otro, comprender y promover las aproximaciones éticas a estudios que han contribuido a explicar algunos desórdenes y enfermedades

<sup>89</sup> Jordanova 2012 entre las contribuciones originales; de Chadarevian, 2020; Santesmases 2017, 2020a y 2020b; Santesmases y Rego 2025.

<sup>90</sup> Hopwood 2015, Bukjlas y Hopwood 2008-2010; Velasco Morgado 2016; Brauckmann *et al.* 2009.

<sup>91</sup> Santesmases 2017.

<sup>92</sup> Darnton 1982, 2007.

<sup>93</sup> Suárez-Díaz y Barahona 2015; Barahona 2016; Suárez-Díaz 2014, 2017.

<sup>94</sup> Bangham 2020.

<sup>95</sup> Burton 2021; Lipphardt 2014; Lipphardt *et al.* 2021.

propias de grupos poblacionales específicos, cuyas prácticas clasificatorias aspirarían a evitar el racismo en sus planteamientos al amparo de los desarrollos, también recientes, de la bioética y sus normas. La historia de la bioética tiene su propio espacio conceptual y epistémico que no puede integrarse aquí, pero recoge influencias de una historiografía que sí se ha repasado, con un aporte filosófico que la sitúa, como a la historiografía de la propia genética, en un cruce entre espacios académicos y prácticas socio-intelectuales interseccionales.

## REFLEXIONES HISTORIOGRÁFICAS: CLASIFICACIÓN Y DISCRIMINACIÓN EN LA GENÉTICA

Como ha dicho la historiadora María Rosón Villena, deseamos el pasado.<sup>96</sup> El pasado de la genética construido por la historiografía es su agente, espacio de epistemología susceptible de contribuir a pensar, e intentar comprender, el presente de las ciencias biomédicas de la herencia. Con su nombre previo, herencia biológica, la historiografía de la genética hereda ella misma las generalidades y los matices de atribuir a moléculas y cromosomas responsabilidades biológicas en esos procesos de construcción de identidades basados en la transmisión de caracteres de un ser vivo a su progenie, y de caracterización de las poblaciones humanas en grupos, sean estos culturales (las consideradas capacidades y discapacidades de personas y grupos), raciales, de género, o combinación de todos ellos como proponen las aproximaciones interseccionales.

Lo que hasta el siglo XX habían sido los estudios sobre la herencia biológica desde la medicina, las prácticas sobre mejora de animales y plantas por la cría selectiva propia de la agricultura y la ganadería, los estudios sobre rasgos anatómicos e intelectuales de la especie humana, condensaron a lo largo del siglo XX en moléculas, en proteínas y ácidos nucleicos hasta que comenzaron a historizarse los diagnósticos que practicaba la genética médica en estudios de cromosomas. La historiografía ha regresado a los cuerpos en buena parte para explicar los poderes del diagnóstico genético contemporáneo, y las expectativas generadas por los proyectos sobre genomas, el humano entre muchos otros.

La centralidad del ADN, esa molécula que ha cautivado la imaginación de audiencias variadas, parecía acarrear el mito de una molécula magistral en la que refugiar todos los poderes sociales y culturales de la biología, directora de la actividad celular como unidad vital. Ese mito y su aplicación al esencialismo genético y a los futuros por venir de los diagnósticos genéticos<sup>97</sup> muestran el poder de la historiografía, ella misma un producto completamente humano, como lo expresó David Edge para referirse al conocimiento científico. En el caso de la historiografía de la genética, ella misma se ha situado en tiempos y lugares, las prácticas de cuyos sucesivos hallazgos desde los primeros de la ingeniería genética en la primera mitad de la década de 1970 y hasta la genómica reciente y su bioética, permiten relacionar a la historiografía con los propios logros de la investigación biomédica. Fueron esos experimentos de introducción de pedazos de ADN de una especie en otra por acción de las enzimas de restricción los que estabilizaron no solo los poderes del ADN sino los de quienes realizaban los experimentos.<sup>98</sup> Las prácticas de modificación genética tienen su propia historia larga que no puede tratarse aquí.

La pulsión clasificatoria incorpora los sesgos de las culturas sociales de nuestro tiempo, que asignan de un vistazo parecidos y diferencias que habrían sido la base de las discriminaciones que quedaron incorporadas a la biología y que la historiografía de la genética ha analizado desde sus aproximaciones críticas a la objetividad, a los objetos de la investigación.<sup>99</sup>

He tratado de mostrar aquí solo algunos de los trayectos de la historiografía de la genética que considero más influyentes. Se ocupó de la genética molecular, que puso en el centro de sus estudios a los ácidos nucleicos y a las proteínas; como a la historiografía de la bioquímica, que se centró en los procesos metabólicos y en los detalles de la biosíntesis de proteínas. Los poderes diagnósticos de la genómica, si no tan amplios como las expectativas que los sucesivos proyectos generaron, han sido muy influyentes en la práctica y el pensamiento clínicos y en el desarrollo de la bioética. Ese impacto parece haber conducido a una recuperación de la célula y sus componentes, y de ellos a los cromosomas como origen del diagnóstico de la genética médica, como representación de los cuerpos. En la historiografía de la citogenética —de la genética cromosómica—, se han identificado los sesgos en la lectura de las formas de cuerpos y sus cromosomas, por un lado, y de sus clasificaciones, por el otro. Es probable que se haya debido también a una razón sencilla: es evidente para la cultural experimental establecer relaciones entre

<sup>96</sup> Rosón Villena 2025; ver también Rosón Villena 2021.

<sup>97</sup> Nelkin y Lindee 1995.

<sup>98</sup> Yi 2011y 2015.

<sup>99</sup> Daston y Galison 2007.

las muestras (cromosomas) y su procedencia (los cuerpos). Si Susan Leigh-Star y Geoffrey Bowker (1999) alertaron sobre las consecuencias de las clasificaciones,<sup>100</sup> podría añadirse que las clasificaciones son, sobre todo, historizables, poseen su propia genealogía en la cultura social de la mirada, agente en la construcción de los saberes y prácticas de la genética en el campo, el laboratorio y la clínica.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco los comentarios y sugerencias que este texto ha recibido tanto de las dos revisiones anónimas como de la dirección de *Asclepio*.

## DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

La autora de este artículo declara no tener conflictos de intereses financieros, profesionales o personales que pudieran haber influido de manera inapropiada en este trabajo.

## FUENTES DE FINANCIACIÓN

Trabajo realizado en el marco del Proyecto “Ontologías híbridas: objetos científicos y culturas visuales entre la industria, la clínica y el laboratorio”, PID2019-106971GB-I00 subvencionado por MICIU/AEI /10.13039/501100011033.

## DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Trabajo realizado de forma individual por la autora, inspirado en las referencias que se citan.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abir-Am, Pnina. 1982a. “The Discourse of Physical Power and Biological Knowledge in the 1930s: A Reappraisal of the Rockefeller Foundation’s Policy in Molecular Biology”. *Social Studies of Science* 12 (3): 341-382.
- Abir-Am, Pnina G. 1982b. “How scientists view their heroes: Some remarks on the mechanism of myth construction”. *Journal of the History of Biology* 15 (2): 281-315.
- Abir-Am, Pnina G. 1989. “The biotheoretical gathering, trans-disciplinary authority and the incipient legitimation of molecular biology in the 1930s: new perspective on the historical sociology of science”. *History of Science* 25 (1): 1-70.
- Abir-Am, Pnina. 1992a. “A historical ethnography of a scientific anniversary in molecular biology: The first protein X-ray photograph (1984, 1934)”. *Social Epistemology* 6 (4): 323-354.
- Abir-Am, Pnina G. 1992b. “The politics of macromolecules: Molecular biologists, biochemists, and rhetoric”. *Osiris* 7: 164-191.
- Amsterdamska, Olga. 1993. “From pneumonia to DNA: The research career of Oswald T. Avery”. *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 24 (1): 1-40.
- Andreu-Miralles, Xavier y Mónica Bolufer-Peruga. 2022. *European Modernity and the Passionate South: Gender and Nation in Spain and Italy in the Long Nineteenth Century*. Brill.
- Bangham, Jenny. 2020. *Blood relations: Transfusion and the making of human genetics*. Chicago: University of Chicago Press.
- Barahona, Ana. 2016. “Medical genetics and the first studies of the genetics of populations in Mexico”. *Genetics* 204 (1): 11-19.
- Bateson, Beatrice. 2009 [1928]. *William Bateson, Naturalist: His Essays and Addresses Together with a Short Account of His Life*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Bolufer, Mónica. 2016. “Orientalizing Southern Europe?: Spain Through the Eyes of Foreign Travelers”. *The Eighteenth Century* 57 (4): 451-467.
- Bowker, Geoffrey y Susan Leigh Star. 2000. *Sorting things out. Classification and its consequences*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Brauckmann, Sabine, Christina Brandt, Denis Thieffry, y Gerd B. Müller, eds. 2009. *Graphing Genes, Cells, and Embryos. Cultures of Seeing 3D and Beyond*. Preprint. Berlin: Max-Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte.
- Brooks, Harvey. 1978. “The problem of research priorities”, *Dedalus* 107: 171-190.
- Bud, Robert. 2010. “From applied microbiology to biotechnology: Science, medicine and industrial renewal”. *Notes and Records of the Royal Society* 64 (suppl 1): S17-S29.
- Buklijas, Tatjana y Nick Hopwood. 2008-2010. *Making visible embryos, An online exhibition developed by the University of Cambridge with support from the Wellcome Trust*, <http://www.sites.hps.cam.ac.uk/visibleembryos/>.
- Burton, Elise K. 2021. *Genetic crossroads: The Middle East and the science of human heredity*. Redwood City, CA: Stanford University Press.

<sup>100</sup> Bowker y Leigh-Star 2000.

- Burton, Elise K. 2022. "Ashkenazi Anxieties: A Transnational Social History of Jewish Genetic Admixture Modeling, 1971-1986". *Journal of the History of Biology* 55 (3): 411-442.
- Campos, Luis A. 2015. *Radium and the Secret of Life*. Chicago: University of Chicago Press.
- Campos, Luis y Francesco Cassata. 2025. "Introduction: Revis(it)ing Asilomar." *Journal of the History of Biology* 58 (1): 1-12.
- Cassata, Francesco y Soraya de Chadarevian. 2025. "Asilomar Across the Atlantic: EMBO, EMBL, and the Politics of Scientific Expertise". *Journal of the History of Biology* 58 (1):95-132.
- Creager, Angela N. H. 1996. "Wendell Stanley's dream of a free-standing biochemistry department at the University of California, Berkeley". *Journal of the History of Biology* 29: 331-360.
- Creager, Angela N. H. 2002. *The life of a virus: Tobacco mosaic virus as an experimental model, 1930-1965*. Chicago: University of Chicago Press.
- Creager, Angela N. H. 2006. "Nuclear energy in the service of biomedicine: The US Atomic Energy Commission's radioisotope program, 1946-1950". *Journal of the History of Biology* 39: 649-684.
- Creager, Angela N. H. 2013. *Life atomic: A history of radioisotopes in science and medicine*. Chicago: University of Chicago Press.
- Creager, Angela N. H. y Jean-Paul Gaudillière. 1996. "Meanings in Search of Experiments and Vice-versa: the Invention of Allosteric regulation in Paris and Berkeley, 1959-1968". *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* 27 (1): 1-89.
- Creager, Angela N. H. y María Jesús Santesmases. 2006. "Radiobiology in the atomic age: Changing research practices and policies in comparative perspective". Introduction to a special issue of *Journal of the History of Biology* 39: 637-647.
- Cueto, Marcos, ed. 1994. *Missionaries of Science: The Rockefeller Foundation and Latin America*. Bloomington: Indiana University Press.
- Curry, Helen Anne. 2016. *Evolution made to order, Plant breeding and technological innovation in twentieth-century America*. Chicago: University of Chicago Press.
- Curry, Helen Anne. 2022. *Endangered maize, Industrial agriculture and the crisis of extinction*. Berkeley: University of California Press.
- Darwin, Charles. 2008 [1868]. *La variación de los animales y las plantas en domesticación*. Vols. 1 y 2. Editorial CSIC-CSIC Press, 2008.
- Darnton, Robert. 1982. "What is the History of Books?". *Daedalus* 111: 65-83.
- Darnton, Robert. 2007. "'What is the history of books?' revisited". *Modern Intellectual History* 4: 495-508.
- Daston, Lorraine y Peter Galison. 2007. *Objectivity*. New York: Zone Books.
- De Chadarevian, Soraya. 2002. *Designs for life: Molecular biology after World War II*. Cambridge: Cambridge University Press.
- De Chadarevian, Soraya. 2003. "Portrait of a discovery: Watson, Crick, and the double helix". *Isis* 94 (1): 90-105.
- De Chadarevian, Soraya. 2020. *Heredity under the Microscope: Chromosomes and the Study of the Human Genome*. Chicago: University of Chicago Press.
- De Chadarevian, Soraya y Harmke Kamminga, eds. 1998. *Molecularizing biology and medicine: new practices and alliances, 1920s to 1970s*. Amsterdam: Harwood.
- De Chadarevian, Soraya y Jean-Paul Gaudillière, eds. 1996. "The tools of the discipline: biochemists and molecular biologists". Monográfico del *Journal of the History of Biology* 29 (3).
- Del Cura González, Mercedes. 2011. *Medicina y pedagogía. La construcción de la categoría «infancia anormal» en España (1900-1939)*. Madrid: Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
- Delgado Echeverría, Isabel. 2007. *El descubrimiento de los cromosomas sexuales: un hito en la historia de la biología*. Madrid: CSIC.
- Derrida, Jacques. 1992 [1967]. *De la grammatologie*. Hans-Jörg Rheinberger and Hans Zischler, traducción del francés al alemán. Frankfurt: Suhrkamp.
- Eder, Sandra. 2022. *How the clinic made gender: the medical history of a transformative idea*. Chicago: University of Chicago Press.
- Fausto-Sterling, Anne. 2006 [2000]. *Cuerpos sexuados. La política de género y la construcción de la sexualidad*. Traducido por Ambrosio García Leal. Barcelona: Melusina.
- García-Sancho, Miguel. 2010. "A new insight into Sanger's development of sequencing: From proteins to DNA, 1943-1977". *Journal of the History of Biology* 43: 265-323.
- García-Sancho, Miguel. 2012. *Biology, computing, and the history of molecular sequencing: from proteins to DNA, 1945-2000*. Londres: Palgrave Mcmillan.
- García-Sancho, Miguel, Rhodri Leng, Gil Viry, Mark Wong, Niki Vermeulen, y James Lowe, 2022. The Human Genome Project as a singular episode in the history of genomics. *Historical Studies in the Natural Sciences*, 52 (3), 320-360.
- García-Sancho, Miguel, Matiana González-Silva y María Jesús Santesmases. 2014. "Shaping biomedical objects across history and philosophy: a conversation with Hans-Jörg Rheinberger". *Dynamis* 34 (1): 193-209.
- Gaudillière, Jean-Paul. 1996. "Molecular biologists, biochemists, and messenger RNA: the birth of a scientific network". *Journal of the History of Biology* 29: 417-445.
- Gaudillière, Jean-Paul. 2002. *Inventer la biomédecine. La France, l'Amérique et la production des savoirs du vivant (1945-1965)*. París: La Découverte.
- Gaudillière, Jean-Paul y Hans-Jörg Rheinberger, eds. 2004. *From molecular genetics to genomics*. New York: Routledge.
- Gausemeier, Bernd, Staffan Müller-Wille y Edmund Ramsden, eds. 2014. *Human Heredity in the Twentieth Century*. Londres: Pickering & Chatto.
- Gautier, Marthe. 2009. «Cinquanteenaire de la trisomie 21-Retour sur une découverte». *médecine/sciences* 25: 311-16.
- Geison, Gerald L. 1995. *The Private Science of Louis Pasteur*. Princeton: Princeton University Press.
- Gill-Peterson, Jules. 2022. *Historias de la infancia trans*. Barcelona: Bellaterra.
- Ha, Nathan Q. 2011. "The riddle of sex: Biological theories of sexual difference in the early twentieth-century". *Journal of the History of Biology* 44: 505-546.
- Ha, Nathan Q. 2014. "Diagnosing sex chromatin: a binary for every cell". *Historical Studies in the Natural Sciences* 45 (1): 49-84.

- Hamblin, Jacob Darwin. 2007. "A Dispassionate and Objective Effort': Negotiating the First Study on the Biological Effects of Atomic Radiation". *Journal of the History of Biology* 40: 147-177.
- Hamblin, Jacob Darwin. 2009. *Poison in the Well. Radioactive Waste in the Oceans at the Dawn of the Nuclear Age*. New Brunswick: Rutgers.
- Haraway, Donna. 1995 [1987]. "Conocimientos situados: la cuestión científica en el feminismo y el privilegio de la perspectiva parcial". En *Ciencia, ciborgs y mujeres. La invención de la naturaleza*. Traducido por Manuel Talens. Madrid: Cátedra.
- Harper, Peter S. 1981. *Practical genetic counselling*. Bristol: John Wright.
- Harper, Peter S. 2008. *A short history of medical genetics*. Oxford: Oxford University Press.
- Hatakeyama, Sumiko. 2021. "Let Chromosomes Speak: The Cytogenetics Project at the Atomic Bomb Casualty Commission (ABCC)". *Journal of the History of Biology* 54 (1): 107-126.
- Herran, Néstor y Xavier Roqué. 2009. "Tracers of modern technoscience". Introducción al dossier de *Dynamis* 29: 123-130.
- Hodge, M. Jonathan S. y Gregory Radick, eds. 2003. *The Cambridge Companion to Darwin*. Cambridge University Press, 2003.
- Hogan, Andrew J. 2013. "Set adrift in the prenatal diagnostic marketplace: Analyzing the role of users and mediators in the history of a medical technology". *Technology and Culture* 54 (1): 62-89.
- Hogan, Andrew J. 2016. *Life histories of Genetic Disease, Patterns and prevention in postwar medical genetics*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Holmes, Frederic L. 1991. *Hans Krebs, Vol. I. The Formation of a Scientific Life 1900-1933*. New York-Oxford: Oxford University Press.
- Holmes, Frederic L. 1993. *Hans Krebs, Vol. II, Architect of Intermediary Metabolism, 1933-1937*. New York-Oxford: Oxford University Press.
- Hopwood, Nick. 2015. *Haeckel's Embryos, Images, Evolution and Fraud*. Chicago: University of Chicago Press.
- Jacob, François. 1986 [1970]. *La lógica de lo viviente: una historia de la herencia*. Barcelona: Salvat.
- Jordanova, Ludmilla J. 2012. *The Look of the Past, Visual and Material Evidence in Historical Practice*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Judson, Horace Freeland. 1979. *The Eighth Day of Creation: Makers of the Revolution in Biology*. New York: Simon & Schuster.
- Kay, Lily E. 1993. *The molecular vision of life: Caltech, the Rockefeller Foundation, and the rise of the new biology*. Oxford: Oxford University Press.
- Kay, Lily E. 2000. *Who wrote the book of life? A history of the genetic code*. Redwood City: Stanford University Press.
- Keller, Evelyn Fox. 2000. *The century of the gene*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Kitcher, Philip. 1997. *The lives to come*. Nueva York: Simon and Schuster.
- Kohler Robert E. 1982. *From medical chemistry to biochemistry. The making of a biomedical discipline*. Cambridge, GB-Nueva York: Cambridge University Press.
- Latour, Bruno y Steve Woolgar. 2022 [1979]. *La vida del laboratorio*. Traducido por Eulalia Pérez Sedeño. Madrid: Alianza.
- Lewontin, Richard C. 2005. "The wars over evolution". *The New York Review of Books* 52 (16): 51-54.
- Lindee, M. Susan. 2005. *Moments of truth in genetic medicine*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Lipphardt, Veronika. 2014. "'Geographical Distribution Patterns of Various Genes': Genetic studies of human variation after 1945". *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 47: 50-61.
- Lipphardt, Veronika, Gudrun A. Rappold y Mihai Surdu. 2021. "Representing vulnerable populations in genetic studies: The case of the Roma". *Science in Context* 34 (1): 69-100.
- López-Beltrán, Carlos. 1994. "Forging heredity: from metaphor to cause, a reification story". *Studies in History and Philosophy of Science* 25 (2): 211-235.
- López-Beltrán, Carlos. 2004a. "In the Cradle of Heredity; French physicians and L'Hérédité Naturelle in the early 19th century". *Journal of the History of Biology* 37: 39-72.
- López Beltrán, Carlos. 2004b. *El sesgo hereditario: ámbitos históricos del concepto de herencia biológica*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- López Beltrán, Carlos, ed. 2011. *Genes (&) mestizos. Genómica y raza en la biomedicina*. Ciudad de México: Ficticia.
- Maddox, Brenda. 2002. *Rosalind Franklin: The dark lady of DNA*. Nueva York: Harper Collins.
- Martin, Arin. 2004. "Can't Any Body Count? Counting as an Epistemic Theme in the History of Human Chromosomes". *Social Studies of Science* 34 (6): 923-48.
- McQuat, Gordon. 2001. "From cutting nature at its joints to measuring it: New kinds and new kinds of people in biology". *Studies in History and Philosophy of Science Part A* 32 (4): 613-645.
- Miller, Fiona Alice. 2006. "'Your true and proper gender': the Barr body as a good enough science of sex". *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 37: 459-483.
- Morange, Michel. 1994. *Histoire de la biologie moléculaire*. Paris: La Découverte.
- Müller-Wille, Staffan y Christina Brandt, eds. 2016. *Heredity explored: between public domain and experimental science, 1850-1930*. Boston: MIT Press.
- Müller-Wille, Staffan y Hans-Jörg Rheinberger. 2012. *A cultural history of heredity*. Chicago: Chicago University of Chicago Press.
- Nelkin, Dorothy y M. Susan Lindee. 1995. *The DNA mystique: The gene as a cultural icon*. New York: Freeman.
- Nieves Delgado, Abigail. 2020. "The face of the Mexican: race, nation, and criminal identification in Mexico." *American Anthropologist* 122 (2): 356-368.
- Nieves Delgado, Abigail. 2023. "Race and statistics in facial recognition: Producing types, physical attributes, and genealogies". *Social Studies of Science* 53 (6): 916-937.
- Nieves Delgado, Abigail, Vivette García Deister y Carlos López Beltrán. 2017. "¿De qué me ves cara?: Narrativas de herencia, genética e identidad inscritas en la apariencia". *AIBR: Revista de Antropología Iberoamericana* 12 (3): 313-337.

- Núñez Casal, Andrea. 2024. "Race and indigeneity in human microbiome science: microbiomisation and the historicity of otherness". *History and Philosophy of the Life Sciences* 46 (2): 17.
- Olby, Robert Cecil. 1966. *Origins of Mendelism*. London: Constable.
- Olby, Robert Cecil. 1991 [1974]. *El camino hacia la doble hélice*. Traducido por Natividad Sanchez Sainz-Trapaga. Madrid: Alianza Editorial.
- Petermann, Heike I., Peter S. Harper y Susanne Doetz. 2017. *History of Human Genetics. Aspects of Its Development and Global Perspectives*. Cham: Springer.
- Rader, Karen. 2004. *Making mice: Standardizing animals for American biomedical research, 1900-1955*. Princeton: Princeton University Press.
- Rasmussen, Nicolas. 1999. *Picture control: The electron microscope and the transformation of biology in America, 1940-1960*. Redwood City, CA: Stanford University Press.
- Rheinberger, Hans-Jörg. 1997. *Toward a history of epistemic things: Synthesizing proteins in the test tube*. Redwood City, CA: Stanford University Press.
- Rheinberger, Hans-Jörg. 2003 [2001]. "Los isótopos en funcionamiento: el contador de centello 1950-1970". En *La física y las ciencias de la vida en el siglo XX: radiactividad y biología*, editado por María Jesús Santesmases y Ana Romero de Pablos, 53-83. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid-CSN.
- Rheinberger, Hans-Jörg y Jean-Paul Gaudillière, eds. 2004. *Classical Genetic Research and its Legacy. The Mapping Cultures of Twentieth-century Genetics*. London-New York: Routledge.
- Rheinberger, Hans-Jörg y Staffan Müller-Wille. 2020. *The gene: From genetics to postgenomics*. University of Chicago Press.
- Richardson, Sarah S. 2013. *Sex itself, the search for male and female in the human genome*. Chicago: University of Chicago Press.
- Richmond, Marsha L. 1997. "'A Lab of One's Own'. The Balfour Biological Laboratory for Women at Cambridge University, 1884-1914". *Isis* 88: 422-455.
- Richmond, Marsha L. 2006. "The 'domestication' of heredity, the familial organization of geneticists at Cambridge University, 1895-1910". *Journal of the History of Biology* 39 (3): 565-605.
- Richmond, Marsha L. 2017. "Women as Public Scientists in the Atomic Age: Rachel Carson, Charlotte Auerbach, and Genetics". *Historical Studies in the Natural Sciences* 47 (3): 349-388.
- Rodríguez Ocaña, Esteban. 2000. "La intervención de la Fundación Rockefeller en la creación de la sanidad contemporánea en España". *Revista Española de Salud Pública* 74: 27-34.
- Rosón Villena, María. 2025. Entrevista. *Sabor a queer* 4x03. <https://open.spotify.com/episode/5v9wdjrj87GeJkGEIghtzG>.
- Rosón Villena, María. 2021. "La memoria de las cosas: cultura material y vida cotidiana durante el franquismo". *Kamchatka. Revista de análisis cultural* 18: 5-14.
- Santesmases, María Jesús. 2000. "Severo Ochoa and the biomedical sciences in Spain under Franco, 1959-1975". *Isis* 91 (4): 706-734.
- Santesmases, María Jesús. 2005. *Severo Ochoa. De músculos a proteínas*. Madrid: Síntesis.
- Santesmases, María Jesús. 2006. "Peace propaganda and biomedical experimentation: Influential uses of radioisotopes in endocrinology and molecular genetics in Spain (1947-1971)". *Journal of the History of Biology* 39 (4): 765-794.
- Santesmases, María Jesús. 2014. "Human chromosomes and cancer: Tumors and the geographies of cytogenetic practices, 1951-1956". *Historical Studies in the Natural Sciences* 45 (1): 85-114.
- Santesmases, María Jesús. 2017. "Circulating biomedical images, Bodies and chromosomes in the post-eugenic era". *History of Science* 55 (4): 395-430.
- Santesmases, María Jesús. 2020a. "Women in early human cytogenetics, An essay on a gendered history of chromosome imaging". *Perspectives on Science* 28 (2): 170-200.
- Santesmases, María Jesús. 2020b. "Standard making in cytogenetics: the manufacture, circulation and reproduction of chromosome images". *Journal of History of Science and Technology* 14 (1): 27-54. <https://doi.org/10.2478/host-2020-0004>.
- Santesmases, María Jesús y Antonio Calvo Roy. 2019. *Rosalind Franklin*. Madrid: Prisa.
- Santesmases, María Jesús y Edna Suárez-Díaz. 2014. "A cell-based epistemology: Human genetics in the era of biomedicine". Introducción al monográfico *Historical Studies in the Natural Sciences* 45 (1): 1-13.
- Santesmases, María Jesús y Miguel Ángel Rego Robles, 2025, "Formas y experiencias de entreguerras: artistas, genetistas y culturas visuales del norte de Europa y de América". En *La especie inesperada. La condición humana desde el arte y la genética*, coordinado por Francisco Antequera Márquez, José Gómez-Isla y Luis Castelo Sardina, 159-190. Madrid: CSIC.
- Satzinger, Helga. 2008. "Theodor and Marcella Boveri: chromosomes and cytoplasm in heredity and development". *Nature Reviews Genetics* 9 (3): 231-238.
- Satzinger, Helga. 2012. "The politics of gender concepts in genetics and hormone research in Germany, 1900-1940". *Gender & History* 24 (3): 735-754.
- Sayre, Anne. 1997 [1975]. *Rosalind Franklin y el ADN*. Traducido por Teresa Carretero. Madrid: horas y Horas.
- Schumpeter, Joseph A. 2002 [1939]. *Ciclos económicos. Análisis teórico, histórico y estadístico del proceso capitalista*. Traducido por Jordi Pascual. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.
- Smith, Jane S. 1990. *Patenting the Sun: Polio and the Salk Vaccine*. New York: Morrow.
- Spanier, Bonnie. 1995. *Im/partial science: Gender ideology in molecular biology*. Bloomington: Indiana University Press.
- Stern, Alexandra Minna. 2012. *Telling genes: the story of genetic counseling in America*. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
- Strasser, Bruno J. y Soraya de Chadarevian. 2011. "The comparative and the exemplary: revisiting the early history of molecular biology". *History of Science* 49 (3): 317-336.
- Suárez-Díaz, Edna. 2014. "Indigenous populations in Mexico: Medical anthropology in the work of Ruben Lisker in the 1960s". *Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 47: 108-117.

- Suárez-Díaz, Edna. 2017. "Blood Diseases in the Backyard: Mexican 'indígenas' as a Population of Cognition in the Mid-1960s". *Perspectives on Science* 25 (5): 606-630.
- Suárez-Díaz, Edna y Ana Barahona. 2015. "Post-war and post-revolution: Medical genetics and social anthropology in Mexico, 1945-70". En *Human heredity in the twentieth century*, 101-112. Abingdon: Routledge.
- Velasco Morgado, Raúl. 2016. *Embriología en la periferia: las ciencias del desarrollo en la España de la II República y el franquismo*. Madrid: CSIC.
- Wade, Peter, Carlos López Beltrán, Eduardo Restrepo y Ricardo Ventura Santos, eds. 2014. *Mestizo genomics: race mixture, nation, and science in Latin America*. Durham, NC: Duke University Press.
- Watson, James. 1970 [1968]. *La doble hélice*. Traducido por Adolfo Martín. Barcelona: Plaza y Janés.
- Werner, Petra. 1997. "Learning from an adversary? Warburg against Wieland". *Historical studies in the physical and biological sciences* 28 (1): 173-196.
- Wright, Susan. 1993. "The social warp of science: writing the history of genetic engineering policy". *Science, technology, & human values* 18 (1): 79-101.
- Wright, Susan. 1994. *Molecular politics: Developing American and British regulatory policy for genetic engineering, 1972-1982*. Chicago: University of Chicago Press.
- Yi, Doogab. 2011. "Who owns what? Private ownership and the public interest in recombinant DNA technology in the 1970s". *Isis* 102 (3): 446-474.
- Yi, Doogab. 2015. *The recombinant university: Genetic engineering and the emergence of Stanford biotechnology*. Chicago: University of Chicago Press.