

# Redes de colaboración y objetos híbridos: mujeres citogenetistas en México, 1960s and 1970s

Ana Barahona (\*)

(\*) [orcid.org/0000-0001-7765-6444](https://orcid.org/0000-0001-7765-6444). Departamento de Biología Evolutiva, Facultad de Ciencias, UNAM. [anabarahona@ciencias.unam.mx](mailto:anabarahona@ciencias.unam.mx)

Dynamis  
[0211-9536] 2023; 43 (2): 399-427  
<http://dx.doi.org/10.30827/dynamis.v43i2.29443>

Fecha de recepción: 24 de enero de 2023  
Fecha de aceptación: 13 de junio de 2023

**SUMARIO:** 1.—Introducción. 2.—Cristina Cortinas en su entorno nacional. 3.—Cristina Cortinas en su entorno internacional. 4.—El regreso a México. 5.—Conclusiones.

**RESUMEN:** Estudios recientes sobre la historia de la ciencia han enfatizado el enfoque transnacional que problematiza las narrativas eurocéntricas clásicas, las interpretaciones de difusión cultural y la oposición rígida de las categorías de «centro» y «periferia», para explicar la dinámica de los circuitos transnacionales y la circulación de conocimientos, personas, artefactos y prácticas científicas. El presente escrito intenta abonar en esta dirección al mostrar que el trabajo realizado por los genetistas mexicanos en los mil novecientos sesenta y setenta, en especial los trabajos de citogenética, no pueden caracterizarse como periféricos, pues al formar parte de redes de colaboración internacional, el conocimiento generado localmente en instituciones mexicanas y extranjeras logró circular y formar parte de la consolidación de la citogenética a escala global. En este artículo se abordarán las trayectorias de la bióloga y genetista mexicana María Cristina Cortinas, y en menor medida la de la médica y genetista mexicana de origen argentino Susana Kofman. Ellas compartieron agenda médica y de investigación además de tiempo y lugar, participaron en el diagnóstico temprano de enfermedades genéticas y revelaron la correlación entre las observaciones clínicas y el cariotipo. Este manuscrito se centrará, por un lado, en los cromosomas como objetos científicos híbridos que circularon entre la clínica y el laboratorio; por el otro, se abordarán los contextos locales, las culturas materiales y las prácticas específicas que permitieron a estas mujeres genetistas mexicanas ser parte de la producción y transmisión de conocimiento en los años mil novecientos sesenta y setenta, gracias a su pertenencia a redes científicas de colaboración nacionales e internacionales.

**PALABRAS CLAVE:** citogenética, redes de colaboración, circulación del conocimiento, Cristina Cortinas, Susana Kofman.

**KEYWORDS:** cytogenetics, collaborative networks, circulation of knowledge, Cristina Cortinas, Susana Kofman.

*Dedicado a la memoria de Susana Kofman y Leonor Buentello,  
grandes citogenetistas y mejores personas*

## 1. Introducción (\*)

En un trabajo reciente, Barahona y Raj<sup>1</sup> apuntan que tras la Segunda Guerra Mundial (SGM), el mundo se transformó debido a un proceso acelerado de globalización, y en el que algunos factores involucrados contribuyeron a la disolución de algunos imperios, la independencia de algunas colonias en el Occidente y Oriente Medio, y los conflictos entre dos sistemas políticos y sociales que buscaron implantar un modelo económico. Del mismo modo, los hechos ocurridos durante la Guerra Fría (1945-1989/1991) no se restringieron a la geografía local europea sino que alcanzaron al resto de continentes<sup>2</sup>. Posteriormente, esta globalización incluyó al este de Asia, India, y América Latina, y dio lugar a estudios que se volcaron hacia regiones no occidentales y hacia otros aspectos de la cultura y la sociedad. Esta globalización incluyó a la historia de la ciencia.

Estudios recientes sobre la historia de la ciencia han enfatizado el enfoque transnacional que problematiza las narrativas eurocéntricas clásicas, las interpretaciones de difusión cultural y la oposición rígida de las categorías de “centro” y “periferia”, para explicar la dinámica de los circuitos transnacionales y la circulación global y local de conocimientos, personas, artefactos y prácticas científicas. Además, destacan la necesidad de alejar la historia de la ciencia de los relatos puramente centrados en Occidente “ya que todas las regiones y naciones están interconectadas a escala global”<sup>3</sup>. El

---

(\*) Este manuscrito fue parcialmente apoyado por el proyecto CONACyT CB-2018/A1-S-8786.

1. Ana Barahona and Kapil Raj, “A historiography of the life sciences and medicine in Latin America in global perspective,” in *Handbook of the historiography of Latin American studies on the life sciences and medicine*, ed. Ana Barahona (Cham, Switzerland: Springer, 2022), 1-15.
2. George G. Iggers, Edward Wang, and Supriya Mukherjee, *A global history of modern historiography* (New York: Routledge, 2017). Véase también Sebastian Conrad, *What is global history?* (New Jersey: Princeton University Press, 2016).
3. Hugh Richard Sloten, Ronald Numbers, and David Livingstone, *Modern science in national, transnational, and global context* (Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2020), 4; véase también Marcos Cueto, “Spanish South America,” in Sloten, Numbers, and Livingstone, *Modern science*, 763-781; Stuart McCook, “Greater Caribbean: Mexico, Central America, and the West Indies,” in Sloten, Numbers, and Livingstone, *Modern science*, 782-798, y Hebbe Vessuri, “Latin America: a commentary,” in Sloten, Numbers, and Livingstone, *Modern science*, 810-822.

presente escrito intenta abonar en esta dirección al mostrar que el trabajo realizado por las genetistas mexicanas en los mil novecientos sesenta y setenta, en especial los trabajos de citogenética no pueden caracterizarse como provincianos o periféricos, pues al formar parte de redes de colaboración internacional, el conocimiento generado localmente en instituciones mexicanas y extranjeras logró circular y formar parte de la consolidación de la citogenética a escala global.

En su último libro, Soraya de Chadarevian afirma que la historiografía de la genética del siglo XX se ha escrito desde la perspectiva dominante de la biología molecular, empezando con el redescubrimiento de las Leyes de Mendel en 1901, hasta el desarrollo del Proyecto del Genoma Humano en los mil novecientos ochenta. Estas narrativas tienden a olvidar u opacar el papel que el estudio de los cromosomas (citogenética) ha tenido en la conformación del campo de estudios genéticos<sup>4</sup>. De hecho, a nivel global la década de mil novecientos sesenta fue una de intenso trabajo en el área de la genética humana, transformándose en un área imprescindible para la investigación médica. De igual forma, el avance en el estudio de los cromosomas significó un gran progreso en el estudio de la herencia humana<sup>5</sup>.

El análisis técnico de los cariotipos y las prácticas que lo acompañaron se popularizaron a nivel mundial al permitir analizar y visualizar los cromosomas humanos. Este trabajo de investigación intenta aportar en esta dirección al traer a la luz el desarrollo de la citogenética en México en las décadas de los mil novecientos sesenta y setenta, en particular en los trabajos de Cristina Cortinas, y en menor medida en los de Susana Kofman, quienes se formaron y desarrollaron con éxito en México y en el extranjero, y lograron fundar en México instituciones dedicadas al estudio de los cromosomas.

Intentaré mostrar, por un lado, las conexiones de los desarrollos locales, nacionales e internacionales en genética después de la SGM, cuando, como afirma de Chadarevian, “las prácticas experimentales ampliamente distribuidas y las instituciones científicas encarnaron la experiencia y las

---

4. Soraya de Chadarevian, *Heredity under the Microscope: chromosomes and the study of the Human Genome* (Chicago/London: University of Chicago Press, 2020).

5. Véase Soraya de Chadarevian, “Putting human genetics on a solid basis: human chromosome research, 1950-1970,” in *Human Heredity in the Twentieth Century*, eds. Bernd Gausemeier, Staffan Müller-Wille, and Edmund Ramsden (London: Pickering & Chatto; 2013), 141-152; María Jesús Santesmases, “The autonomous karyotype and the origins of prenatal testing: Children, pregnant women and early Down syndrome cytogenetics, Madrid 1962-1975,” *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 47, part A (2014): 142-153.

negociaciones locales” que, al circular en las redes de colaboración, se convirtieron en parte del conocimiento global.

Proceder localmente, por lo tanto, no tiene por qué significar ser provinciano... Es solo estudiando estas soluciones locales, resistencias y la eventual importación de otras prácticas locales (a México en este caso), que uno puede entender la construcción de un nuevo campo científico<sup>6</sup>.

Intentaré mostrar, por el otro, que las genetistas no solo combinaron las prácticas experimentales con la práctica clínica, sino que estuvieron comprometidas con la agenda nacional para brindar servicios de salud a las poblaciones mexicanas, y con las internacionales que buscaron entender los efectos de las radiaciones en el material genético de las poblaciones humanas, en una época en la que no había más que unos pocos principios explicativos que la genética podía ofrecer a la medicina. Tanto Cortinas como Kofman pensaban que adoptar el enfoque genético de las enfermedades podría abrir nuestra comprensión de los mecanismos subyacentes a las enfermedades hereditarias, en particular las relacionadas con los cromosomas, y que el uso del conocimiento científico y las prácticas clínicas asociadas ayudarían para su prevención.

Aunque heterogéneas en sus antecedentes y formación, las trayectorias de Cortinas y Kofman (desplazamientos y viajes no solo geográficos sino también en espacios profesionales y en dominios de autoridad contemporáneos<sup>7</sup>), se entrecruzaron convirtiéndose en buenas amigas y colegas de profesión, contribuyendo de esta forma al establecimiento de la genética en la práctica clínica y en las políticas de salud pública en México. Al examinar sus trayectorias y trabajos científicos, podemos ver su inserción y aprovechamiento de las redes de colaboración que se formaron después de la SGM cuando el campo de la biomedicina estaba siendo reconfigurado debido a la necesidad internacional de estudiar los efectos de las radiaciones en poblaciones humanas después de los bombardeos de Hiroshima y Nagasaki que pusieron fin a la SGM. México no fue una excepción a este

- 
6. Soraya de Chadarevian, *Designs for Life. Molecular Biology after World War II* (Cambridge: Cambridge University Press, 2002), 3.
  7. Ana Romero de Pablos y María Jesús Santasmases, *Ontologías híbridas: materiales, género y culturas experimentales*, en este volumen.

movimiento<sup>8</sup>. Siguiendo a Comfort, “en un sentido más amplio... (el presente trabajo) es una ventana (que nos permite ver) las complejas negociaciones entre biólogos experimentales y médicos clínicos durante la creación de la biomedicina del siglo XX”<sup>9</sup>.

Por último, este trabajo intenta visibilizar el trabajo de las mujeres genetistas mexicanas y los objetos científicos (los cromosomas y las prácticas experimentales asociadas) como espacios de reflexión y análisis histórico, y darles voz propia al traerlas al frente de las narrativas que generalmente se enfocan en el trabajo de los hombres. Las trayectorias de las genetistas y sus objetos científicos asociados “caracterizan unas ontologías híbridas que participan en las temporalidades y localidades del conocimiento, y cuestionan las narrativas de los descubrimientos heroicos y los focos geopolíticos”<sup>10</sup>. Es importante destacar que las narrativas tradicionales de la ciencia en general, y de la genética en particular, han estado construidas con base en el trabajo de

- 
8. Ver Ana Barahona, “Transnational science and collaborative networks. The case of Genetics and Radiobiology in Mexico,” *Dynamis* 35, no. 2 (2015): 333-358, <https://dx.doi.org/10.4321/S0211-95362015000200004>; Ana Barahona, “Population studies and genetics in Mexico during the Cold War,” *Oxford Research Encyclopedia of Latin American History* (New York: Oxford University Press, 2017), doi:10.1093/acrefore/9780199366439.013.384.
  9. Nathaniel Comfort, “Polyhybrid heterogeneous bastards: promoting medical genetics in America in the 1930s and 1940s,” *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 61, no. 4 (2006): 415-453, <https://doi.org/10.1093/jhmas/jrl001>, 420.
  10. Romero de Pablos y Santesmases, “Ontologías híbridas”. Para objetos híbridos véase también Annemarie Mol, *The body multiple* (Durham: Duke University Press, 2003); Lorraine Daston ed. *Biographies of scientific objects* (Chicago: University of Chicago Press, 2000). Para estudios de género véase Londa Schiebinger, *The mind has no sex? Women in the origins of modern science* (Cambridge/London, MA: Harvard University Press, 1989); Margaret W. Rossiter, *Women scientists in America: Struggles and Strategies to 1940* (Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1984); María Rentetzi, “Gender, politics and radioactivity research in interwar Vienna: The case of the Institute for Radium Research,” *Isis* 95 (2004): 359-393. Para mujeres genetistas véase Marsha Richmond, “The ‘domestication’ of heredity: the familial organization of geneticists at Cambridge University, 1895-1910,” *Journal of the History of Biology* no. 39 (2006): 565-605; Marsha Richmond “Opportunities for women in early genetics,” *Nature Reviews Genetics* 8, no. 11 (2007): 897-902; Ida Stamhuis, “A female contribution to early genetics: Tine Tammes and Mendel’s laws for continuous characters,” *Journal of the History of Biology* 28 (1995): 495-531; Ida Stamhuis y Arve Monsen, “Kristine Bonnevie, Tine Tammes and Elisabeth Schiemann in early genetics: emerging chances for a university career for women,” *Journal of the History of Biology* 40 (2007): 427-466; María Jesús Santesmases, “Women in early human cytogenetics: an essay on a gendered history of chromosome imaging,” *Perspectives on Science* 28, no. 2 (2020): 170-200. [https://doi.org/10.1162/posc\\_a\\_00337](https://doi.org/10.1162/posc_a_00337). Helga Satzinger, “The politics of gender concepts in genetics and hormone research in Germany, 1900-1940,” *Gender & History* 24, no. 3 (2012): 735-754.

los hombres, ignorando así que el género puede ser significativo al momento de reconstruir las historias convencionales. Las nuevas historiografías que consideran al género como un objeto histórico, han permitido nuevas interpretaciones que revelan historias más ricas que las narrativas lineales que apuntan a la creación de hombres genios. Es por eso que este trabajo intenta reintegrar a las mujeres citogenetistas mexicanas a las narrativas de nuestro tiempo<sup>11</sup>.

Este trabajo se divide en tres secciones. En la primera se habla de la trayectoria de Cristina Cortinas en su entorno en México, en la segunda en su entorno internacional donde conoce a Kofman, y en la última de su regreso a México y su trabajo en genética toxicológica. La narrativa gira alrededor de Cristina Cortinas por dos razones. Primera, porque el estudio de su trayectoria es novedoso, y segunda, porque su trayectoria conecta con otras mujeres citogenetistas mexicanas en diferentes momentos e instituciones, particularmente con Susana Kofman, lo que permite entender las redes de colaboración en genética humana que se establecieron en México y en el mundo después de la SGM.

## 2. Cristina Cortinas en su entorno nacional

En 1956 María Cristina Cortinas Durán (1938-) se mudó de su natal Sabinas, Coahuila, a la Ciudad de México para estudiar la carrera de Biología en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Antes de concluir sus estudios, durante el tercer año de su carrera, fue invitada en 1958 por sus profesores los doctores José Negrete y Augusto Moreno a participar en un proyecto de investigación para estudiar los efectos de la exposición de niños a radioactividad como resultado de las precipitaciones de estroncio

---

11. Para un estudio comparativo de científicas españolas de diferentes campos como física, psicología y neurobiología, sus trayectorias y contribuciones, véase María José Barral Morán, Isabel Delgado Echeverría, Teresa Fernández Turrado and Carmen Magallón Portolés, "Life paths of successful women scientists in Spain," *Géneros* 3, no. 1 (2014): 351-372). Para un estudio de mujeres genetistas no occidentales, véase Hadeel Elbardisy and Malak Abedalthagafi, "The history and challenges of women in genetics: a focus on non-Western women," *Frontiers in Genetics* 12 (2021): 1-10. Para un estudio de la dimensión de género en las carreras académicas de hombres y mujeres, véase Bárbara Bagilhole and Jackie Goode, "The contradiction of the myth of individual merit, and the reality of a patriarchal support system in academic careers: a feminist investigation," *The European Journal of Women's Studies* 8, no. 2 (2001): 161-180.

radioactivo, Sr90<sup>12</sup>. El proyecto consistió en “diseñar un método que permitiera seguir el curso de la intoxicación de ratas con isótopos radioactivos, a través de la cuantificación de la radioactividad de los incisivos”<sup>13</sup>. Para ello utilizaron ratas de laboratorio a las que les administraron por vía peritoneal cadmio radioactivo (Ca45), para ir procesando la cadena de los órganos que fijaron el compuesto. Los resultados de este proyecto se publicarían en 1959 y fueron los primeros de su carrera<sup>14</sup>.

En estos años Cortinas conoció a quien posteriormente sería su marido, el recién egresado en 1958 de la carrera de Ingeniería Mecánica y Eléctrica del Instituto Politécnico Nacional (IPN), Héctor Octavio Nava Jaimes. Al año siguiente de su titulación, Nava recibió la invitación de Augusto Moreno para incorporarse al Instituto de Física de la UNAM. En ese momento Moreno era el jefe del Laboratorio de Radioquímica del instituto, y regresaba de obtener su doctorado en el Instituto de Estudios Nucleares de la Universidad de Chicago bajo la supervisión del químico estadounidense Williard Frank Libby, quien sería galardonado en 1960 con el Premio Nobel de Química por el desarrollo del método de datación radiométrica de carbono 14 (C<sup>14</sup>). La invitación de Moreno tenía como propósito “instalar la electrónica necesaria para la determinación de C<sup>14</sup> en muestras orgánicas para su radio-fecha, bajo un sistema similar al del Dr. Libby”<sup>15</sup>. Fue en este instituto donde Cortinas y Nava se conocieron y a la postre contrajeron matrimonio<sup>16</sup>.

De manera concomitante, Cortinas recibió gracias a la recomendación de Moreno, una invitación del médico genetista y diplomático-político mexicano Alfonso León de Garay, para dirigir el Laboratorio de Citogenética del

- 
12. El Sr90 compete con el Ca en el metabolismo de calcificación de los huesos, por eso es importante el poder medir los riesgos a la salud de las precipitaciones radioactivas causadas por las armas nucleares. Cristina Cortinas, entrevista realizada por la autora, Dic 6, 2022.
  13. Cristina Cortinas de Nava, “Semblanza” in Patricia Galeana de Valadés, ed. *Antología de Mujeres Universitarias* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1990), 227-240.
  14. José Negrete, Augusto Moreno y Cristina Cortinas Durán, “Radiactividad de los incisivos de ratas intoxicadas con Ca45,” *Revista del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales* 19, no. 4 (1959): 137-141.
  15. Julieta Espinosa, “Dr. Héctor Octavio Nava Jaimes, 50 años de Metrología en México,” *Serendipia* (2013), <https://www.revistaserendipia.com/ciencia/entrevistas/dr-hector-o-nava-jaimes/> Último acceso, diciembre 2022.
  16. Cabe mencionar brevemente que la relación de Cortinas y Nava siempre fue entre dos investigadores que se respetaban mutuamente. Como se verá más adelante, fueron muy cuidadosos en que sus agendas individuales no entorpecieran su relación matrimonial. Para estudios de parejas científicas véase Annette Lykkes, Donald Opitz, y Brigitte van Tiggelen eds. *For better or for worse? Collaborative couples in science* (Springer: Basel, 2012).

recién creado Programa de Genética y Radiobiología (PGR) de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN). A su regreso a México después de sus estudios doctorales bajo la supervisión de Lionel Penrose en el Laboratorio Galton del University College en Londres, Inglaterra, de Garay fundó el programa en 1960<sup>17</sup>. De Garay y Moreno se habían conocido en Viena, Austria, en 1957 en una reunión del Organismo Internacional de Energía Atómica (IAEA, International Atomic Energy Agency). Moreno había asistido previamente al Oak Ridge National Laboratory en Estados Unidos en 1954 para capacitarse en las técnicas de radioisótopos. A partir de 1958 Moreno organizó cursos similares para estudiantes y científicos mexicanos en el Laboratorio de Radioisótopos del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias de la UNAM, y a partir de 1960 los ofreció en colaboración con de Garay y la CNEN. El primer curso que Cortinas tomó en 1959 aun siendo estudiante de biología, trató de técnicas básicas de radioisótopos e instrumentación nuclear.

Cortinas llegó al PGR en 1961 como jefa del Laboratorio de Citogenética donde se estandarizaron los métodos de cultivo de tejidos que permitían la visualización de los cromosomas y que de Gray había aprendido en Inglaterra. Los estudios citogenéticos durante la estancia de Cortinas en el laboratorio incluían malformaciones congénitas y alteraciones cromosómicas por radiación, en consonancia con lo que sucedía en otros laboratorios del mundo. Se analizaron enfermedades cromosómicas en el ser humano, como el síndrome de Down, recién descubierto unos años antes, y el síndrome de Turner, junto con otras enfermedades por translocación y no disyunción<sup>18</sup> (figura 1). Sin embargo, su estancia en el PGR fue muy corta.

---

17. Para la creación del PGR véase Ana Barahona, Susana Pinar, and Francisco J. Ayala, "Introduction and institutionalization of genetics in Mexico," *Journal of the History of Biology* 38, no. 2 (2005): 273-299, doi 10.1007/s10739-004-3798-6; Ana Barahona and Francisco J. Ayala, "The emergence and development of genetics in Mexico," *Nature Reviews/ Genetics* 6, no. 11 (2005): 860-866, <https://doi.org/10.1038/nrg1705>; y Ana Barahona, "The Genetics and Radiobiology Program of the National Commission of Nuclear Energy in Mexico, and the work of Alfonso León de Garay," *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 64, no. 172-173 (2014): 467-481, doi 10.1484/J.ARIHS.5.110299.

18. Barahona, "Transnational science," 333-358.





Figura 1. Primera generación del Programa de Genética y Radiobiología de la CNEN. De izquierda a derecha: Víctor Salceda Sacanelles, María Cristina Cortinas Durán, María Teresa Zenzes Eisembach, Ubaldo Rodarte, Claudina Berlanga Siller, Alfonso León de Garay y Rodolfo Félix, circa 1965. Fuente: Cortesía de Alfonso León de Garay.

### 3. Cristina Cortinas en su entorno internacional

Un evento inesperado interrumpió su trabajo en México. Tras contraer nupcias en 1961, en octubre de ese mismo año Nava decidió irse a París, Francia, a estudiar un doctorado en electrónica cuántica, tras la invitación para recibir “adiestramiento en técnicas de radiodetección de muy bajos niveles de radioactividad ( $C^{14}$ , Tritio), becado por el OIEA del Gobierno Francés”<sup>19</sup>. Esta estancia corta de investigación se convirtió en nueve años de vida en Francia hasta que terminó su doctorado. Debido al compromiso de México de realizar los Juegos Olímpicos en 1968, Nava solicitó a la compañía francesa de telecomunicaciones Thomson-Houston, su incorporación al proyecto que intentaba establecer una red de comunicaciones para difundir la

19. Espinosa, “Nava Jaimes.”

información resultante a todo el mundo. Nava trabajó la parte experimental para «estudiar y medir en amplificadores paramétricos a baja temperatura la detección de la radiación infrarroja, y emplear técnicas de medida en el infrarrojo próximo»<sup>20</sup>. Después de nueve años y una vez obtenido el doctorado en la Facultad de Ciencias de la Universidad de París, Orsay en 1969, Nava estaba listo para regresar a México.

El estatus que ya había alcanzado el PGR para los primeros años de los mil novecientos sesenta, y gracias al Programa de Asistencia Técnica del OIEA con la CNEN, se abrieron nuevas oportunidades para acceder a becas para viajar al exterior, lo que atrajo a jóvenes universitarios como Cortinas, no solo para formarse en genética experimental y obtener un título académico, sino para aprender las prácticas científicas actualizadas que se estaban desarrollando en muchas universidades e instituciones de investigación de todo el mundo. Cortinas tomó esta oportunidad, y sin graduarse de la carrera de biología, emigró a Francia en agosto de 1962 con una beca del OIEA donde daría alcance a su marido.

En convenio con de Garay y como parte de la política científica de la CNEN, la idea de salir al extranjero era aprender técnicas citogenéticas en el laboratorio de Jérôme Lejeune en el Hospital de los Niños Enfermos (Hôpital des Enfants Malades, HEM), en París, Francia, y regresar dos años después. Lejeune ya era uno de los genetistas humanos más reconocidos en el mundo. Había obtenido la Medalla de Plata del Centro Nacional de la Investigación Científica (Centre National de la Recherche Scientifique, CNRS), donde había descrito en 1959, junto con Marthe Gautier y Raymond Turpin, la primera anomalía cromosómica del par número 21, llamada síndrome de Down. Esta anomalía consiste en una trisomía y es un defecto poco común en recién nacidos que, dependiendo del grado de la trisomía, puede producir retraso mental y problemas cardiacos<sup>21</sup>. Cabe mencionar que cincuenta años después, sería la propia Gautier quien reflexionaría sobre su papel en el descubrimiento del síndrome: fue ella la que realizó los cultivos de tejidos, analizó las metafases y se percató que los pacientes

---

20. Espinosa, "Nava Jaimes."

21. Jérôme Lejeune, Marthe Gautier, and Raymond Turpin, "Etude des chromosomes somatiques de neuf enfants mongoliens," *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences* 248 (1959):1721-1722 (sin doi pero localizable en <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/13639368/>); Jérôme Lejeune, Marthe Gautier, and Raymond Turpin, "The chromosomes of man," *The Lancet* 273 (1959): 885-886, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(59\)91965-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(59)91965-8).

con el síndrome tenían 47 cromosomas en lugar de 46. Este hecho fue poco reconocido en su momento<sup>22</sup>.

Como el laboratorio de Lejeune estaba saturado de estudiantes, luego de unos meses éste le propuso a Cortinas ir al laboratorio de otro de los grandes citogenetistas franceses, Jean de Grouchy, cuyo laboratorio también se encontraba en el HEM. Considerado como la cuna de la citogenética francesa, en el HEM circulaban muchos estudiantes y genetistas de todo el mundo; ahí se promovía de manera enfática la conexión entre la práctica clínica y la experimentación en el laboratorio. De Grouchy trabajaba en esa época en el estudio de cromosomas de diferentes especies, y fue el primero en encontrar una deleción (pérdida) cromosómica en el humano<sup>23</sup>.

Llegué a la puerta del laboratorio de De Grouchy —recuerda Cortinas—, a quien no conocía, y me abrió un hombre grande, él era un hombre grande. Le dije: soy bióloga, mexicana y estoy haciendo el doctorado. Estuve con el profesor Lejeune quien es quien me envía con usted. Él me contestó: mire, vea, el hospital está en remodelación ¿dónde quiere que la reciba? Y cerró la puerta. Insistí y toqué nuevamente, él me volvió a abrir y le dije: mire, no se preocupe, en tiempo de trabajo yo puedo estar en la biblioteca; a la hora que ustedes se vayan déjeme trabajar en el laboratorio para hacer mis experimentos. Así duré 5 años en el laboratorio durante los cuales nunca me pidió un comprobante de nada<sup>24</sup>.

Las investigaciones que Cortinas llevó a cabo en la Unidad de Investigaciones de Genética Médica del HEM incluyeron las alteraciones cromosómicas, tanto en su estructura como en su número, en procesos malignos asociados a la carcinogénesis, y la relación entre las anomalías cromosómicas observadas en células cancerosas y en los procesos neoplásicos<sup>25</sup>. En uno de sus primeros trabajos publicado en 1963, Cortinas analizó las alteraciones cromosómicas en las células cancerosas en comparación con los cambios

---

22. Marthe Gautier, "Cinquantenaire de la trisomie 21. Retour sur une découverte," *Médecine Sciences* 25, no. 3 (2009): 311-316, <https://doi.org/10.1051/medsci/2009253311>

23. Jean de Grouchy, P. Royer, C. Salmon, and Maurice Lamy, "Deletion partielle du bras longs du chromosome 18," *Pathologie Biologie* 12 (1964): 579-582.

24. Cortinas.

25. Jean de Grouchy, "Chromosomes in neoplastic tissues," *Proceedings of the Third International Congress on Human Genetics* (Chicago, Ill: Human Genetics Society, 1966); Jean de Grouchy and Cristina de Nava, "Anomalies chromosomatiques dan les leucémies" in *Progres en Hématologie*, ed. L. B. Dreyfus (Paris: Flammarion Publishers, 1967), pp. 215.

cromosómicos en células de la médula ósea irradiadas in Vitro. Los estudios incluían la selección de los pacientes del hospital, la correspondiente toma de muestras por enfermeras capacitadas, y ya en el laboratorio hacer los cultivos de tejidos para analizar los cariotipos<sup>26</sup>. Como un procedimiento habitual en el laboratorio, se usaba sangre de pollo para extraer suero y hacer medios de cultivo de fibroblastos y leucocitos que sirvieran como medio para el estudio de los leucocitos de los pacientes.

Un día —comenta Cortinas— pregunté qué se hacía con los pollos sacrificados y me dijeron que los tiraban a la basura; entonces propuse hacer un pollo con mole, una clásica comida mexicana. A partir de ahí, el primer jueves de cada mes alguien del laboratorio cocinaba un platillo. A Jean le gustaba mucho la cocina, incluso quiso escribir un libro<sup>27</sup>.

Gracias a su desempeño en el laboratorio, y una vez terminada la beca de dos años del OIEA, Cortinas pudo acceder a una beca del Instituto Nacional de Salud y de la Investigación Médica de Francia (Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, INSERM) de 1963 a 1965, para posteriormente aceptar una plaza de investigadora de 1966 a 1970, año este último en que regresaría a México.

Entre sus contribuciones más importantes destacan las relacionadas con el estudio de la leucemia mieloide crónica (LMC). Con el descubrimiento por Nowell y Hungerford en 1960 del cromosoma Filadelfia (Ph<sup>1</sup>)<sup>28</sup>, sería posible caracterizar las células causantes de la proliferación cromosómica de la LMC. El nombre del cromosoma se debe al lugar en que ambos investigadores trabajaban, Nowell en la Escuela de Medicina de la Universidad de Pensilvania, y Hungerford en el Fox Chase Cancer Center, ambos en la ciudad de Filadelfia en los Estados Unidos. El cromosoma Ph<sup>1</sup> se refiere a una translocación (intercambio) recíproca entre los cromosomas 9 y 22;

---

26. Jean de Grouchy, Cristina de Nava, and Maurice Lamy, "Analyse cromosomique de cellules cancéreuses et de cellules médullaires et sanguines irradiées in Vitro." *Annales de Génétique* 9 (1963): 9-20.

27. Cortinas.

28. Peter C. Nowell and David A. Hungerford, "Chromosome studies on normal and leukemic human leukocytes," *Journal of the National Cancer Institute* 25 (1960): 85-109. Rowley mostraría años después la translocación con estudios citogenéticos. Véase Janet Rowley, "A New Consistent Chromosomal Abnormality in Chronic Myelogenous Leukaemia identified by Quinacrine Fluorescence and Giemsa Staining," *Nature* 243 (1973): 290-293.

citogenéticamente se observa el cromosoma 9 más grande que el normal, mientras que el 22 más pequeño de lo habitual<sup>29</sup>.

En esa época estaba en duda si los cambios cromosómicos observados eran la causa o la consecuencia de la carcinogénesis. De esta forma en el laboratorio de De Grouchy pusieron a prueba una teoría cromosómica de la carcinogénesis en donde una serie de eventos clonales de translocaciones cromosómicas pudo ocurrir durante las fases clínicas asociadas con las crisis blásticas. De acuerdo con de Grouchy, Cortinas, Bilski-Pasquier, Jacques Bousser y el médico y genetista mexicano José María Cantú, quien estaba realizando sus estudios doctorales bajo la supervisión de De Grouchy, sería posible observar que diferentes cariotipos en enfermedad avanzada derivaran de una célula ancestral común<sup>30</sup>. Esta teoría conocida como evolución clonal había sido confirmada en 1963 para la trisomía 21 por Lejeune, Berger, Haines, Lafourcade, Vialatte, Satge y Turpin<sup>31</sup>, y partía de tres posibles modelos. El primero, que la evolución procedía de la adquisición y ocasionalmente duplicación de cromosomas supernumerarios. El segundo, la pérdida de cromosomas específicos, y en el tercero, la ocurrencia de translocaciones estructurales entre los cromosomas.

En un estudio con cuarenta casos de pacientes con LMC, de Grouchy, Cortinas y colaboradores, encontraron ocho ejemplos de evolución cariotípica<sup>32</sup>. En el caso del paciente identificado con el número cinco, un varón de dieciocho años de edad, el análisis cariotípico de las muestras sanguíneas y de médula ósea, mostró que su cariotipo anormal era compatible con el

- 
29. Véase María Jesús Santesmases, "Human chromosomes and cancer: Tumors and the geographies of cytogenetic practices, 1951-1956," *Historical Studies in the Natural Sciences* 45, no. 1 (2014), 85-114.
  30. Jean de Grouchy, Cristina de Nava, and Georges Bilski-Pasquier, "Duplication of a Ph chromosome and suggestion of clonal evolution in chronic myelocytic leukemia in acute transformation," *Nouvelle Revue Française d'Hématologie* 5 (1965): 69-78; Jean de Grouchy, Cristina de Nava, José-María Cantú, Georges Bilski-Pasquier, and Jacques Bousser, "Models for clonal evolution: a study of chronic Myelogenous Leukemia," *American Journal of Human Genetics* 18, no. 5 (1966): 485-503.
  31. Jérôme Lejeune, R. Berger, M. Haines, J. Lafourcade, J. Vialatte, P. Satge, and Raymond Turpin, "Constitution d'un clone à 54 chromosomes au cours d'une leucoblastose congénitale chez une enfant mongolienne," *Comptes Rendus d'Académie des Sciences (Paris)* 256 (1963): 1195.
  32. Jean de Grouchy, Cristina de Nava, José-María Cantú, Georges Bilski-Pasquier, and Jacques Bousser, "Models for clonal evolution: a study of chronic Myelogenous Leukemia," *American Journal of Human Genetics* 18, no. 5 (1966): 485-503.

modelo caracterizado por la pérdida de un cromosoma del par 17-18, y la adquisición de uno, dos y hasta tres cromosomas del grupo X, 6-12 (figura 2).

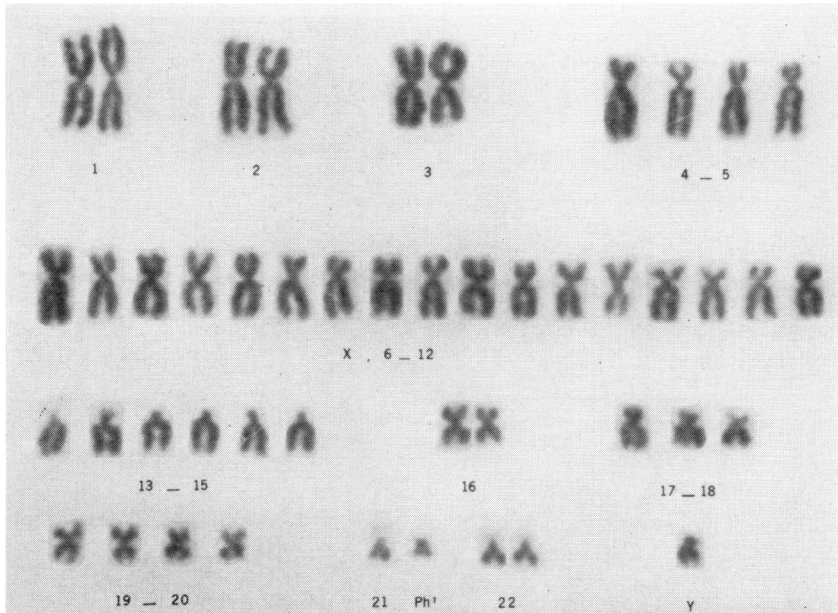


Figura 2. Cariotipo del caso número cinco. Se muestra el cromosoma Ph<sup>1</sup>, la pérdida de los cromosomas del grupo 17-18, y dos cromosomas X extras. Fuente: Jean de Grouchy, Cristina de Nava, José-María Cantú, Georges Bilski-Pasquier, and Jacques Bousser, "Models for clonal evolution: a study of chronic Myelogenous Leukemia," *American Journal of Human Genetics* 18, no. 5 (1966): 485-503, 492.

Igualmente, para el caso del paciente número ocho, un hombre de cincuenta y un años, se encontró un alto grado de poliploidía con la presencia de varios cromosomas Ph<sup>1</sup> (figura 3).

Las conclusiones de los autores fueron que

[...] las observaciones de todos los casos de LMC, ya sea en su fase crónica o en la aguda, se caracterizan por la presencia de una variante común, el cromosoma Ph<sup>1</sup>, y una evolución cariotípica que involucra a los cromosomas de los grupos 21-22, 17-18, y X, 6-12... Las evoluciones clonales pueden presentarse en otros tipos de hematopatías<sup>33</sup>.

33. De Grouchy, de Nava, Cantú, Bilski-Pasquier, and Bousser, "Models for clonal evolution," 496-497.

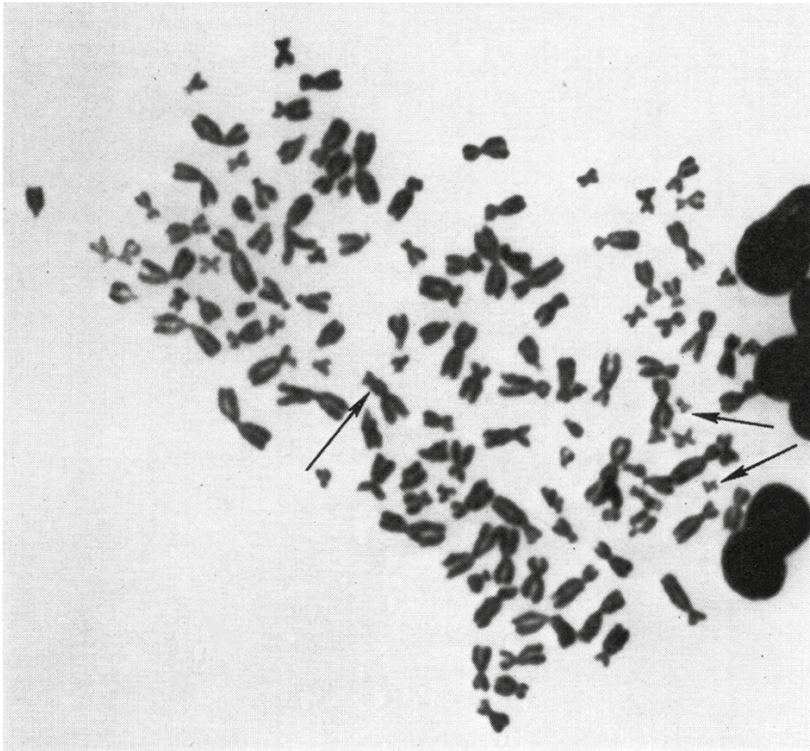


Figura 3. Célula poliploide proveniente del caso ocho, en donde se muestran dos cromosomas Ph<sup>1</sup>, y uno dicéntrico. Fuente: Jean de Grouchy, Cristina de Nava, José-María Cantú, Georges Bilski-Pasquier, and Jacques Bousser, "Models for clonal evolution: a study of chronic Myelogenous Leukemia," *American Journal of Human Genetics* 18, no. 5 (1966): 485-503, 496.

Análisis posteriores confirmaron estas afirmaciones. En un estudio con 24 pacientes del HEM con leucemia mieloide, de Grouchy, Cortinas y colaboradores observaron 11 casos de la evolución clonal del cariotipo, que concordaban con al menos un caso de los escenarios antes descritos, y concluyeron que "Los estudios cariotípicos han mostrado, para todos los pacientes, características comunes que son: la presencia de Ph<sup>1</sup>, la pérdida de un 17-18, y la adquisición de un cromosoma marcador mediocéntrico del tamaño de una C"<sup>34</sup> (figura 4).

34. Jean de Grouchy, Cristina de Nava, J. Feingold, Georges Bilski-Pasquier, and Jacques Bousser, "Onze observations d'un modèle précis d'évolution caryotypique au cours de la leucémie

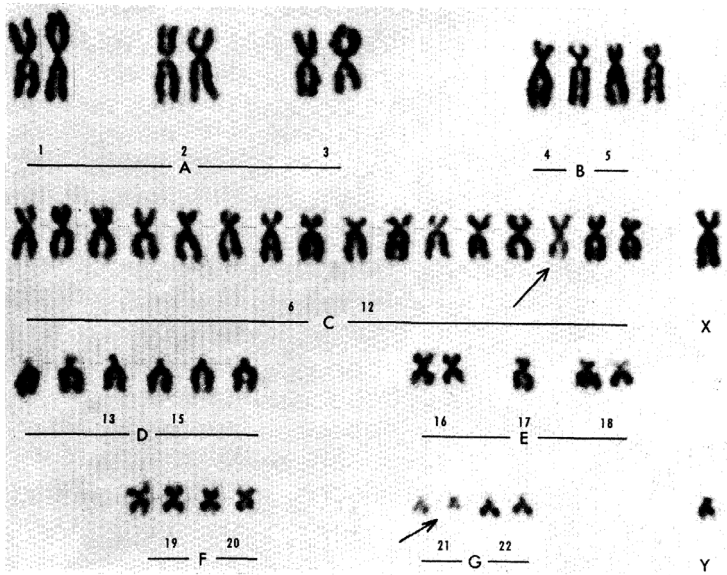


Figura 4. Cariotipo mostrando el Ph<sup>1</sup>, la pérdida de un diez y siete, y la adquisición de un marcador mediocéntrico con una constricción particular. Fuente: Jean de Grouchy, Cristina de Nava, J. Feingold, Georges Bilski-Pasquier, and Jacques Bousser, "Onze observations d'un modèle précis d'évolution caryotypique au cours de la leucémie myéloïde chronique," *European Journal of Cancer* 4 (1968): 481-492, 489.

Debido a lo avanzado de sus estudios doctorales, y ante la inminente obtención de su grado, Cortinas se vió en la necesidad de obtener su título de bióloga. Así, se contactó con de Garay para iniciar el proceso, y en 1966, aprovechando un viaje a México, presentó su tesis en la Facultad de Ciencias de la UNAM, cuyos tutores fueron los doctores de Garay del PGR y Amalia Sámano de la Facultad de Medicina de la UNAM. La tesis defendida en 1966 "Los agentes químicos antimetabólicos. Estudio de la acción de la 8-Hidroxiquinoleína sobre los leucocitos humanos en cultivo", trata del efecto de algunos compuestos químicos que impiden la duplicación cromosómica en alguna de las fases del ciclo celular. Utilizando leucocitos humanos en cultivo a partir de sangre periférica, la idea era «explorar la utilidad del empleo de

---

myéloïde chronique," *European Journal of Cancer* 4 (1968): 481-492, 489. Véase también Jean de Grouchy and Cristina de Nava, "A chromosomal theory of carcinogenesis," *Annals of International Medicine* 68, no. 2 (1968): 381-391.



los productos antimitóticos en el estudio biológico del mecanismo y de la significación de la división celular»<sup>35</sup>.

Una de las contribuciones más importantes de este estudio fue que la producción en el laboratorio de fracturas cromosómicas bajo el efecto de compuestos químicos o de antibióticos, hablan

[...] de la posible existencia de una especificidad de ataque al nivel cromosómico, para cada agente experimentado... La formación de cromosomas anormales tales como dicéntricos, acéntricos, en anillo, o fragmentos, es un fenómeno frecuentemente observado después de la acción de los agentes químicos y es la consecuencia de su efecto primario inductor de fracturas cromosómicas<sup>36</sup> (figuras 5 y 6).

Los resultados de sus investigaciones la hicieron dedicarse toda su vida al estudio de diversos tipos de anomalías cromosómicas y genéticas asociadas con diferentes tipos de cáncer.

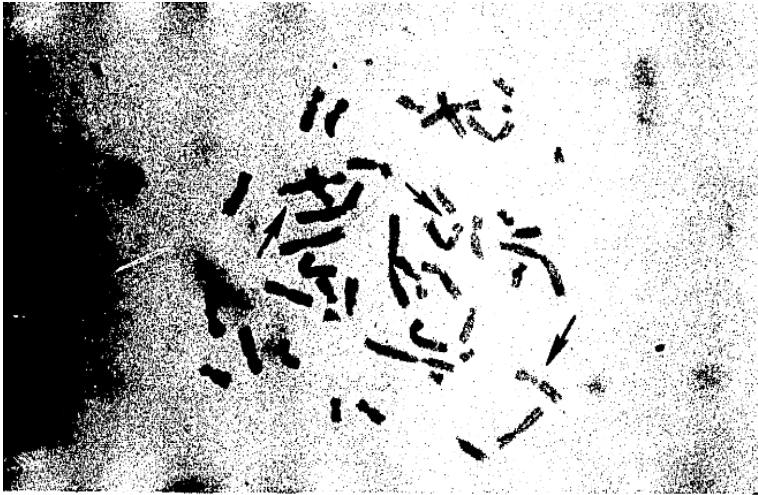


Figura 5. Cromosomas en metafase. Las flechas indican rupturas cromatídicas. Fuente: Cortinas Durán, *Los agentes químicos antimitóticos. Estudio de la acción de la 8-Hidroxiquinoleina sobre los leucocitos humanos en cultivo* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1966), p. 19.

35. María Cristina Cortinas Durán, *Los agentes químicos antimitóticos. Estudio de la acción de la 8-Hidroxiquinoleina sobre los leucocitos humanos en cultivo* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1966), 2.

36. Cortinas, *Los agentes químicos*, 14.



Figura 6. Cromosomas en metafase. La flecha indica un cromosoma dicéntrico. Fuente: Cortinas Durán, *Los agentes químicos antimetabólicos. Estudio de la acción de la 8-Hidroxiquinoleína sobre los leucocitos humanos en cultivo* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1966), p. 20.

A su regreso a París, Cortinas se dedicó a escribir su tesis de doctorado “Anomalías cromosómicas en el curso de hematopatías malignas y no malignas. Un estudio de 171 casos”, donde identificó la relación entre el número y la composición de los cromosomas y el proceso maligno indicativo de leucemia. Fue dirigida por de Grouchy, defendida el 21 de julio de 1968 y publicada en Francia como monografía en ese mismo año<sup>37</sup>. Como resultado de sus colaboraciones, Cortinas publicó con de Grouchy más de 20 artículos en revistas de reconocido prestigio internacional, así como un capítulo en un libro. De esta forma puede decirse que la suya fue una relación académica muy exitosa.

Cortinas siempre pensó que su estancia en Francia les permitió a ella y a su marido, no solo entrenarse en las novedosas técnicas citogenéticas y de física nuclear al entrar en las redes científicas de colaboración que se habían establecido después de la SGM, sino que también conocer y participar en las redes de intelectuales tanto mexicanos como extranjeros. Ahí conocieron a destacadas personalidades mexicanas como al pintor oaxaqueño Francisco

---

37. María Cristina Cortinas de Nava, *Les Anomalies Chromosomiques au Cours des Hemopathies Malignes et non Malignes. Une Etude de 171 Cas*, Monographies des Annales de Genetique (Paris: L'Expansion Editeur, 1968).

Toledo, y a los realizadores mexicanos Paul Leduc y Felipe Casals, entre otros. Ahí se encontrarían también con Susana Kofman y con su futuro marido Guillermo Alfaro de la Vega.

En julio de 1962, la médica argentina y posteriormente nacionalizada mexicana, Susana Kofman Epstein (1938-2017), dejó su natal Buenos Aires, Argentina, para irse a Italia a estudiar pediatría después de haber terminado sus estudios de medicina en la Universidad de Buenos Aires. Se enroló en la Universidad de Génova para estudiar bajo la supervisión del pediatra italiano Giovanni de Toni, quien en esa época estudiaba la enfermedad infantil caracterizada por la alteración de los tubos renales ocasionando que las sustancias que generalmente se absorben en el torrente sanguíneo vía los riñones, sean excretadas en la orina. Este síndrome conocido como De Toni-Debré-Fanconi tiene una causa genética que produce altas cantidades de glucosa y aminoácidos, entre otros compuestos<sup>38</sup>. Kofman obtuvo su doctorado en 1964 y en el verano de ese mismo año partió a Francia para estudiar técnicas citogenéticas y genética clínica en el HEM bajo la supervisión de Lejeune. Durante su estancia con Lejeune, Kofman conoció a Cortinas quien en ese entonces ya estaba trabajando en el laboratorio de De Grouchy. Se hicieron buenas amigas y participaron en las redes científicas y culturales, pues eran asiduas a la Casa de México en París donde se vivía siempre de fiesta y había tertulias literarias todo el tiempo<sup>39</sup>.

La estancia de Kofman en Francia no fue tan duradera como la de Cortinas, pues al casarse con el médico y biólogo molecular mexicano Guillermo Alfaro de la Vega en 1965, ambos regresaron a México en 1966. Fueron contratados como investigadores en el Departamento de Patología del Hospital General de México (HGM). Sin embargo, en 1968 y gracias a sendas becas del Consejo Británico, se fueron a Edimburgo, él para estudiar con el biólogo molecular irlandés William Hayes, director del Departamento de Biología Molecular de la Universidad de Edimburgo, y ella con la reconocida genetista escocesa y jefa de la sección de citogenética del Consejo de la Investigación Médica (Medical Research Council, MRC), Patricia Jacobs. Cabe mencionar que Jacobs había descrito por primera vez el síndrome caracterizado por la presencia de un cromosoma sexual extra (47 XXY), llamado síndrome de

---

38. Giovanni de Toni, "Renal Rickets with Phospho-glucoamino renal diabetes. De Toni-Debré Fanconi Syndrome," *Annals of Pediatrics* 187 (1956): 42-80.

39. Susana Kofman, entrevistas realizadas por la autora, Ago 8 y Nov 20, 2016.

Klinefelter<sup>40</sup>. Cuando Jacobs tomó un año sabático para irse a la Universidad de California en San Diego en los Estados Unidos, Kofman quedó asociada a la citogenetista inglesa Ann Chester Chandley también en el MRC, donde se especializó en meiosis y síntesis de ADN en ratones irradiados. Estos estudios comprobaron que no hay mecanismos de reparación en las células sexuales<sup>41</sup>. Su regreso a México en 1972 se debió a la invitación de volver al Departamento de Patología del HGM, pero para montar un laboratorio especializado en análisis citogenéticos<sup>42</sup>. Ahí podría volver a encontrarse con su amiga Cristina Cortinas, pero desgraciadamente ese encuentro no sucedió sino hasta años más tarde.

#### 4. El regreso a México

El regreso a México de la pareja Cortinas-Nava se vio precipitado debido a la contratación de Nava en el Departamento de Ingeniería Eléctrica del Centro de Investigación y Estudios Avanzados (CINVESTAV) del IPN, una institución pública fundada en 1961 para desarrollar investigación científica y tecnológica, y de educación a nivel posgrado. Nava regresó en 1969, y Cortinas lo haría un año después una vez obtuvo su doctorado. Gracias a la contratación de su esposo, a Cortinas le ofrecieron igualmente un puesto en el CINVESTAV en el área de biología molecular. Sin embargo, esta contratación no pudo llevarse a cabo porque al “consultar a dos investigadores del área, éstos no me aceptaron”<sup>43</sup>. Utilizando sus contactos se “integró, entonces, como investigadora a la División de Investigación Científica del Centro Médico Nacional del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), en donde ocupó el cargo de jefa de la Sección de Biología en el Departamento

---

40. Patricia Jacobs and John Strong, “A case of human intersexuality having a possible XXY sex-determining mechanism.” *Nature* 183, no. 4957 (1959): 302-303.

41. Susana Kofman-Alfaro and Ann C. Chandley, “Meiosis in the male mouse. An Autoradiographic Investigation,” *Chromosoma* 31 (1970): 404-420; Ann C. Chandley and Susana Kofman-Alfaro, “‘Unscheduled’ DNA synthesis in human germ cells following UV irradiation,” *Experimental Cell Research* 69 (1971): 45-48; Susana Kofman-Alfaro and Ann C. Chandley, “Radiation-initiated DNA synthesis in spermatogenic cells of the mouse,” *Experimental Cell Research* 69 (1971): 33-44. Véase Ana Barahona, “Women and the workplace. Collaborative networks of women geneticists in Mexico in the 1960s and early 1970s,” *Perspectives on Science* 28, no. 2 (2020): 201-222, [https://doi.org/10.1162/posc\\_a\\_00338](https://doi.org/10.1162/posc_a_00338)

42. Kofman.

43. Cortinas.

de Nutrición de 1970-1971”<sup>44</sup>, cuyo director era el reconocido endocrinólogo pediatra mexicano nacido en Alemania, Silvestre Frenk. Esta división se había fundado en 1966 gracias a una donación de la Fundación Ford para impulsar la investigación científica en medicina y biología humana, particularmente en torno al problema del crecimiento poblacional y los servicios de salud, y a la desnutrición infantil, ambas preocupaciones de los gobiernos mexicanos posrevolucionarios.

En esta división Cortinas conoció a los miembros del grupo de trabajo de citogenética humana, los médicos mexicanos Salvador Armendares, Leonor Buentello y Fabio Salamanca, quienes fundaron en 1966 la primera Unidad de Investigación en Genética Humana (UIGH) que fue ampliamente apoyada por las autoridades del IMSS y reconocida a nivel internacional. Armendares había realizado estudios doctorales en el Consejo Británico de Investigación Médica en Oxford, Inglaterra bajo la supervisión del genetista humano el británico Alan C. Stevenson, Buentello en Freiburg, Alemania con el virólogo genético el alemán Richard von Hass, y Salamanca un diplomado en citogenética en la Universidad de Minnesota en Estados Unidos bajo la supervisión del patólogo y citogenetista colombiano Jorge J. Yunis. La investigación en citogenética que se desarrollaba en la UIGH unía la práctica médica con el análisis genético de enfermedades como los síndromes de Down y Turner, y otras enfermedades asociadas a los cromosomas. Es necesario comentar que cuando Kofman regresó a México en 1966, el HGM no contaba con un laboratorio de genética. Como el IMSS estaba a tan solo unos metros de distancia del hospital, Kofman acudía diariamente a la UIGH, donde, al lado de Buentello, realizaba sus análisis citogenéticos. Buentello y Kofman, aunque nunca publicaron nada juntas, establecieron una amistad que duró hasta su muerte<sup>45</sup>.

La estancia de Cortinas en el IMSS sería corta pues a finales de 1971 aceptaría irse a trabajar a la UNAM, por lo que de nueva cuenta no coincidiría en el mismo lugar de trabajo con Kofman pues ésta regresaría de Edimburgo hasta 1972 para reincorporarse al HGM del IMSS. Sin embargo, sus respectivas estancias con Lejeune y de Grouchy en el HEM en París, las convirtió en amigas y colegas de profesión al pertenecer a las mismas

---

44. Cortinas de Nava, “Semblanza,” 228.

45. Para el desarrollo del grupo de citogenética en el IMSS véase Ana Barahona, “Medical genetics in Mexico. The origins of cytogenetics and the Health Care System,” *Historical Studies in the Natural Sciences* 45, no. 1 (2015): 147-173.

redes de colaboración y coincidir en congresos y reuniones científicas de genética humana.

En 1971, gracias a la intervención del reconocido médico mexicano, químico, político, y doctor por la Universidad de Wisconsin en 1956, y a la postre Rector de la UNAM de 1973 a 1981, Guillermo Soberón, Cortinas recibió una invitación del médico mexicano, el doctor Antonio Velázquez, para unirse a su laboratorio en el Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM (IIB). El propósito era estudiar los padecimientos congénitos de la nutrición, resultados que fueron publicados años más tarde<sup>46</sup>. Cabe mencionar que Velázquez había estudiado bajo la supervisión del médico y genetista estadounidense James V. Neel en la Universidad de Michigan en Ann Arbor<sup>47</sup>. Neel formó parte de la Atomic Bomb Casualty Commission de los Estados Unidos que se constituyó inmediatamente después de los bombardeos en Hiroshima y Nagasaki. También fue uno de los promotores de la genética humana y fundador del primer Departamento de Genética Humana en los Estados Unidos. Cuando Neel se fue a Japón para estudiar los efectos de las radiaciones en poblaciones humanas después de los bombardeos de Hiroshima y Nagasaki, Velázquez se dedicó al estudio de la genética de las células somáticas con Robert Krooth en el mismo departamento<sup>48</sup>. Velázquez es bien conocido por la introducción del programa de detección prenatal en México.

En abril de 1971 Cortinas fundó el Laboratorio de Mutagénesis Ambiental en el IIB en donde siguió estudiando los riesgos toxicológicos de compuestos químicos como el plomo, para determinar su capacidad para inducir daño genético. Después del nacimiento de sus dos hijos, su carrera académica entró en pausa, hasta que en 1975 recibió la invitación del genetista estadounidense nacido en Polonia, Alexander Hollaender, quien trabajaba en ese momento en el Laboratorio Nacional en Oak Ridge, Tennessee en Estados Unidos. (Oak Ridge National Laboratory). Hollaender ya era reconocido

---

46. Antonio Velázquez, N. A. González, M. L. Villareal, Cristina Cortinas de Nava, R. Coutiño, E. Santiago, e I. Pulido, I., "Algunos Enfoques en el Estudio de los Errores Congénitos del Metabolismo," in *Los Perfiles de la Bioquímica en México* (México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1974), pp. 101.

47. Véase John Beatty, "Scientific collaboration, internationalism, and diplomacy. The case of the Atomic Bomb Casualty Commission," *Journal of the History of Biology* 26, no. 2 (1993): 205-231. Sobre su experiencia en estudios prenatales y mutaciones, véase Susan Lindee, *Suffering made real* (Chicago/London: The University of Chicago Press, 1994).

48. Antonio Velázquez, entrevista realizada por la autora, Nov 8, 2017.

por su trabajo en mutaciones genéticas y radiobiología y fundaría en 1981 el internacionalmente famoso Consejo de Planificación de la Investigación en Ciencias Biológicas (Council for Research Planning in Biological Sciences). La invitación de Hollaender a Cortinas era para promover la genética toxicológica en América Latina<sup>49</sup>.

Con tal motivo Cortinas participó en el Simposio Internacional de Nuevos Desarrollos en la Evaluación de Mutágenos Químicos Ambientales realizado en Checoslovaquia, en donde el doctor Hollaender anunció que ella se encargaría de organizar en México cursos multinacionales sobre el tema<sup>50</sup>.

Los cursos fueron organizados con éxito en los años 1980 y 1981. A partir de entonces Cortinas se dedicó a la promoción de la genética toxicológica y fundó en 1980 la Asociación Latinoamericana de Mutagénesis, Carcinogénesis y Teratogénesis Ambiental, y publicó varios libros y manuales sobre la relación entre la mutagénesis y el cáncer<sup>51</sup>.

Dejó la UNAM en 1989, cuando el entonces secretario de la Secretaría de Salud y Asistencia Pública (SSAP), el médico mexicano Jesús Kumate, la invitó como directora general del Departamento de Salud Ambiental, Ocupacional y Saneamiento Básico de la secretaría. Cortinas aceptó el cargo con un gran compromiso ya que representaba la oportunidad “de participar en la toma de decisiones para proteger a la población de los agentes mutagénicos”<sup>52</sup>.

## 5. Conclusiones

La historiografía reciente de la ciencia apunta hacia el estudio de contextos locales como los principales lugares de producción del conocimiento, e invita

---

49. Para Hollaender véase Karen Rader, *Making Mice: Standardizing Animals for American Biomedical Research, 1900-1955* (Princeton: Princeton University Press, 2004).

50. Cortinas de Nava. “Semblanza,” 228.

51. Cristina, Cortinas de Nava, Patricia Ostrosky-Wegman, y S. C. Galván, *Principios de mutagénesis y su relación con carcinogénesis y teratogénesis* (México: Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, 1979); Cristina Cortinas de Nava, “Capacidad carcinogénica, mutagénica y teratogénica de medicamentos amibicidas y antihelmínticos,” in *Posibles fuentes de riesgo en el consumo de medicamentos* (México: Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, 1980); Cristina Cortinas de Nava, “Environmental mutagenesis and carcinogenesis in Latin America,” in *Environmental mutagens and carcinogens*, eds. T. Sugimura and S. Kondo (Tokyo: University of Tokyo Press, 1981), 88, por mencionar algunos.

52. Cortinas.

a evitar las historias generales en donde éstos pasan desapercibidos. “Solo las reconstrucciones locales contextualizadas pueden proveer un entendimiento de los procesos involucrados en la producción del conocimiento en un tiempo específico. Si este entendimiento se logra, el resultado podrá ser una historia general”<sup>53</sup>. El estudio aquí presentado intentó mostrar que es a partir del estudio de las trayectorias y la circulación del conocimiento que podemos entender la construcción del conocimiento científico, y la creación de instituciones en México.

La citogenética se construyó en un camino de ida y vuelta entre el laboratorio y el hospital, entre la representación de cariotipos y la práctica médica, y a través de la circulación de herramientas, prácticas científicas, y estudiantes e investigadores en instituciones tanto nacionales como internacionales. Los actores políticos fueron sensibles a estas agendas y apoyaron los compromisos científicos financiando la creación de instituciones, proyectos de investigación y laboratorios en genética humana en México durante los años mil novecientos sesentas y setentas. En particular en la CNEN y el PGR a través de becas para entrenarse en el extranjero y aprender las más novedosas técnicas experimentales, en el IIB de las UNAM al acoger investigadores que representaban nuevas líneas de investigación, en el IMSS a través de presupuesto para el montaje de un laboratorio moderno de genética para análisis cromosómico de pacientes con síndrome de Down entre otras enfermedades, así como en el Departamento de Patología del HGM con la contratación de investigadores en el área de genética humana.

Este trabajo apuntó hacia el estudio de las redes de colaboración que se establecieron después de la SGM como producto del estudio de los efectos de las radiaciones en las poblaciones humanas después de los bombardeos en Hiroshima y Nagasaki. Es a partir del análisis de las redes científicas a las que pertenecieron Cortinas, Kofman y Buentello, entre otras citogenetistas mexicanas, que podemos entender la construcción del campo disciplinario de la citogenética en México. También el estudio de estas redes permite entender que la pertenencia a ellas les confería autoridad a nivel local para promover sus intereses (el estudio de los defectos cromosómicos asociados a enfermedades y procesos cancerígenos), y para promover sus ideas fuera de los límites geográficos locales gracias a la autoridad moral y epistémica que había adquirido al estudiar en el extranjero. Parte de estas redes fueron los

---

53. De Chadarevian, *Designs for Life*, 12.



genetistas humanos Salvador Armendares, Leonor Buentello, Ann Chester Chandley, Marthe Gautier, Jean de Grouchy, Patricia Jacobs, Jérôme Lejeune, Fabio Salamanca, Raymond Turpin y Alejandro Velázquez, los expertos en radiobiología Alexander Hollaender, Alfonso León de Garay y Augusto Moreno, y los médicos y políticos Jesús Kumate y Guillermo Soberón, y las prácticas científicas y las instituciones en las que trabajaron.

De esta forma, la pertenencia de estas citogenetistas a las redes de colaboración tanto nacionales como internacionales, fortalecieron su identidad grupal al formalizar y homologar sus conocimientos a través de la convalidación académica y el ejercicio de su profesión en instituciones del Estado. También ayudaron a construir una comunidad global alrededor del estudio de los cromosomas.

## Agradecimientos

Agradezco a Alicia Villela (Maestra en Ciencias) y Marco Ornelas Cruces (Maestro en Filosofía de la Ciencia) su colaboración en la investigación documental. ■

## Bibliografía

- Bagilhole Barbara and Goode, Jackie. "The contradiction of the myth of individual merit, and the reality of a patriarchal support system in academic careers: a feminist investigation." *The European Journal of Women's Studies* 8, no. 2 (2001): 161-180.
- Barahona, Ana. "The Genetics and Radiobiology Program of the National Commission of Nuclear Energy in Mexico, and the work of Alfonso León de Garay." *Archives Internationales d'Histoire des Sciences* 64, no 172-173 (2014): 467-481. doi 10.1484/J.ARIHS.5.110299 <https://doi.org/10.1038/nrg1705>
- Barahona, Ana. "Medical genetics in Mexico. The origins of cytogenetics and the Health Care System." *Historical Studies in the Natural Sciences* 45, no. 1 (2015): 147-173. <https://doi.org/10.1525/hsns.2015.45.1.147>
- Barahona, Ana. "Transnational science and collaborative networks. The case of Genetics and Radiobiology in Mexico." *Dynamis* 35, no. 2 (2015): 333-358. <https://dx.doi.org/10.4321/S0211-95362015000200004>
- Barahona, Ana. "Population studies and genetics in Mexico during the Cold War." *Oxford Research Encyclopedia of Latin American History*. New York: Oxford University Press, 2017. doi:10.1093/acrefore/9780199366439.013.384

- Barahona, Ana. "Women and the workplace. Collaborative networks of women geneticists in Mexico in the 1960s and early 1970s." *Perspectives on Science* 28, no 2 (2020): 201-222. [https://doi.org/10.1162/posc\\_a\\_00338](https://doi.org/10.1162/posc_a_00338)
- Barahona, Ana, and Francisco J. Ayala. "The emergence and development of genetics in Mexico." *Nature Reviews/ Genetics* 6, no. 11 (2005): 860-866. <https://doi.org/10.1038/nrg1705>
- Barahona, A. Susana Pinar, and Francisco J. Ayala. "Introduction and institutionalization of genetics in Mexico." *Journal of the History of Biology* 38, no. 2 (2005): 273-299. doi 10.1007/s10739-004-3798-6
- Barahona, Ana, and Kapil Raj. "A historiography of the life sciences and medicine in Latin America in global perspective." In *Handbook of the historiography of Latin American studies on the life sciences and medicine*, edited by Ana Barahona, 1-15. Cham, Switzerland: Springer, 2022.
- Barral Morán, María José, Delgado Echeverría, Isabel, Fernández Turrado, Teresa and Magallón Portolés, Carmen. "Life paths of successful women scientists in Spain." *Géneros* 3, no. 1 (2014): 351-372.
- Beatty, John. "Scientific collaboration, internationalism, and diplomacy. The case of the Atomic Bomb Casualty Commission." *Journal of the History of Biology* 26, no. 2 (1993): 205-231.
- Chandley, Ann C., and Kofman-Alfaro, Susana. "'Unscheduled' DNA synthesis in human germ cells following UV irradiation." *Experimental Cell Research* 69 (1971).
- Comfort, Nathaniel. "Polyhybrid heterogeneous bastards: promoting medical genetics in America in the 1930s and 1940s." *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 61, no. 4 (2006): 415-453. <https://doi.org/10.1093/jhmas/jrl001>
- Conrad, Sebastian. *What is global history?* Ney Jersey: Princeton University Press, 2016.
- Cortinas de Nava, Cristina. "Capacidad carcinogénica, mutagénica y teratogénica de medicamentos amibicidas y antihelmínticos," in *Posibles fuentes de riesgo en el consumo de medicamentos*. México: Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, 1980.
- Cortinas de Nava, Cristina. "Environmental mutagenesis and carcinogenesis in Latin America." In *Environmental mutagens and carcinogens*, edited by T. Sugimura and S. Kondo, 88-103. Tokyo: University of Tokyo Press, 1981.
- Cortinas de Nava, Cristina. "Semblanza." In *Antología de Mujeres Universitarias*, edited by Patricia Galeana de Valadés, 227-240. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1990.
- Cortinas Durán, María Cristina. *Los agentes químicos antimitóticos. Estudio de la acción de la 8-Hidroxiquinoleina sobre los leucocitos humanos en cultivo*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1966.
- Cortinas de Nava, María Cristina. *Les Anomalies Chromosomiques au Cours des Hemopathies Malignes et non Malignes. Une Etude de 171 Cas*. Monographies des Annales de Genetique. Paris : L'Expansion Editeur, 1968.

- Cortinas de Nava, Cristina, Patricia Ostrosky-Wegnan, y S. C. Galván. *Principios de mutagenesis y su relación con carcinogénesis y teratogénesis*. Ciudad de México: Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, 1979.
- Cueto, Marcos. "Spanish South America." In *Modern science in national, transnational, and global context*, edited by Hugh Richard Sloten, Ronald Numbers, and David Livingstone, 763-781. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2020.
- De Chadarevian, Soraya. *Designs for Life. Molecular Biology after World War II*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- De Chadarevian, Soraya. "Putting human genetics on a solid basis: human chromosome research, 1950-1970." In *Human Heredity in the Twentieth Century*, edited by Bernd Gausemeier, Staffan Müller-Wille, and Edmund Ramsden, 141-152. London: Pickering & Chatto; 2013.
- De Chadarevian, Soraya. *Heredity under the Microscope: chromosomes and the study of the Human Genome*. Chicago/London: University of Chicago Press, 2020.
- Daston, Lorraine, ed. *Biographies of scientific objects*. Chicago: University of Chicago Press, 2000.
- De Grouchy, Jean. "Chromosomes in neoplastic tissues." *Proceedings of the Third International Congress on Human Genetics*. Chicago, Ill: Human Genetics Society, 1966.
- De Grouchy, Jean and Cristina de Nava. "Anomalies chromosomatiques dan les leucémies." In *Progres en Hématologie*, edited by L. B. Dreyfus, 215. Paris: Flammarion Publishers, 1967.
- De Grouchy, Jean, and Cristina de Nava. "A chromosomal theory of carcinogenesis." *Annals of International Medicine* 68, no 2 (1968): 381-391.
- De Grouchy, Jean, Cristina de Nava, and Maurice Lamy. "Analyse cromosomique de cellules cancéreuses et de cellules médullaires et sanguines irradiées in Vitro." *Annales de Génétique* 9 (1963): 9-20.
- De Grouchy, Jean, Cristina de Nava, and Georges Bilski-Pasquier, "Duplication of a Ph chromosome and suggestion of clonal evolution in chronic myelocytic leukemia in acute transformation." *Nouvelle Revue Française d'Hématologie* 5 (1965): 69-78.
- De Grouchy, Jean, Cristina de Nava, José-María Cantú, Georges Bilski-Pasquier, and Jacques Bousser. "Models for clonal evolution: a study of chronic Myelogenous Leukemia." *American Journal of Human Genetics* 18, no 5 (1966): 485-503.
- De Grouchy, Jean, Cristina de Nava, J. Feingold, Georges Bilski-Pasquier, and Jacques Bousser. "Onze observations d'un modèle précis d'évolution caryotypique au cours de la leucémie myéloïde chronique." *European Journal of Cancer* 4 (1968): 481-492.
- De Grouchy, Jean, P. Royer, C. Salmon, and Maurice Lamy. "Deletion partielle du bras long du chromosome 18." *Pathologie Biologie* 12 (1964): 579-582.
- De Toni, Giovanni. "Renal Rickets with Phospho-gluoamino renal diabetes. De Toni-Debré Fanconi Syndrome." *Annals of Pediatrics* 187 (1956): 42-80.
- Elbardsy Hadell and Abedalthagafi, Malak. "The history and challenges of women in genetics: a focus on non-Western women." *Frontiers in Genetics* 12 (2021): 1-10.

- Espinosa, Julieta. "Dr. Héctor Octavio Nava Jaimes, 50 años de Metrología en México." *Serendipia* (2013). <https://www.revistaserendipia.com/ciencia/entrevistas/dr-hector-o-nava-jaimes/> Último acceso, diciembre 2022.
- Gautier, Marthe. "Cinquantenaire de la trisomie 21. Retour sur une découverte." *Médecine Sciences* 25, no. 3 (2009): 311-316. <https://doi.org/10.1051/medsci/2009253311>.
- Iggers, George G., Edward Wang, and Supriya Mukherjee. *A global history of modern historiography*. New York: Routledge, 2017.
- Jacobs, Patricia, and John Strong. "A case of human intersexuality having a possible XXY sex-determining mechanism." *Nature* 183, no 4957 (1959): 302-303.
- Kofman-Alfaro, Susana, and Ann C. Chandley. "Meiosis in the male mouse. An Autoradiographic Investigation." *Chromosoma* 31 (1970): 404-420.
- Kofman-Alfaro, Susana, and Ann C. Chandley. "Radiation-initiated DNA synthesis in spermatogenic cells of the mouse." *Experimental Cell Research* 69 (1971): 33-44.
- Lejeune, Jérôme, Marthe Gautier, and Raymond Turpin. "Etude des chromosomes somatiques de neuf enfants mongoliens." *Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences* 248 (1959):1721-1722. PMID: 13639368
- Lejeune, Jérôme, Marthe Gautier, and Raymond Turpin. "The chromosomes of man." *The Lancet* 273 (1959): 885-886. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(59\)91965-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(59)91965-8)
- Leujene, Jérôme, R. Berger, M. Haines, J. Lafourcade, J. Vialatte, P. Satge, and Raymond Turpin. "Constitution d'un clone à 54 chromosomes au cours d'une leucoblastose congénitale chez une enfant mongolienne." *Comptes Rendus d'Académie des Sciences (Paris)* 256 (1963): 1195.
- Lindee, Susan. *Suffering made real*. Chicago/London: The University of Chicago Press, 1994.
- Lykknes, Anette, Opitz, Donald, and van Tiggelen, Brigitte eds. *For better or for worse? Collaborative couples in science*. Springer: Basel, 2012.
- McCook, Stuart. "Greater Caribbean: Mexico, Central America, and the West Indies." In *Modern science in national, transnational, and global context*, edited by Hugh Richard
- Sloten, Ronald Numbers, and David Livingstone, 782-798. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2020.
- Negrete, José, Augusto Moreno M., y Cristina Cortinas Durán. "Radiactividad de los incisivos de ratas intoxicadas con Ca45." *Revista del Instituto de Salubridad y Enfermedades Tropicales* 19, no 4 (1959): 137-141.
- Nowell Peter C., and David A. Hungerford. "Chromosome studies on normal and leukemic human leukocytes." *Journal of the National Cancer Institute* 25 (1960): 85-109.
- Mol, Annemarie. *The body multiple*. Durham: Duke University Press, 2003.
- Rader, Karen. *Making Mice: Standardizing Animals for American Biomedical Research, 1900-1955*. Princeton: Princeton University Press, 2004.
- Rentetzi, Maria. "Gender, politics and radioactivity research in interwar Vienna: The case of the Institute for Radium Research." *Isis* 95 (2004): 359-393.

- Richmond, Marsha. "The 'domestication' of heredity: the familial organization of geneticists at Cambridge University, 1895-1910." *Journal of the History of Biology* no. 39 (2006): 565-605.
- Richmond, Marsha. "Opportunities for women in early genetics." *Nature Reviews Genetics* 8, no. 11 (2007): 897-902.
- Romero de Pablos, y María Jesús Santesmases. "Ontologías híbridas: materiales, género y culturas experimentales." Por aparecer en este volumen.
- Rossiter, Margaret W. *Women scientists in America: Struggles and Strategies to 1940*. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1984.
- Rowley, Janet. "A New Consistent Chromosomal Abnormality in Chronic Myelogenous Leukaemia identified by Quinacrine Fluorescence and Giemsa Staining." *Nature* 243 (1973): 290-293.
- Santesmases, María Jesús. "The autonomous karyotype and the origins of prenatal testing: Children, pregnant women and early Down syndrome cytogenetics, Madrid 1962-1975." *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 47, part A (2014): 142-153.
- Santesmases, María Jesús, "Human chromosomes and cancer: Tumors and the geographies of cytogenetic practices, 1951-1956." *Historical Studies in the Natural Sciences* 45 no 1 (2014), 85-114.
- Santesmases, María Jesús. "Women in early human cytogenetics: an essay on a gendered history of chromosome imaging." *Perspectives on Science* 28, no. 2 (2020): 170-200. [https://doi.org/10.1162/posc\\_a\\_00337](https://doi.org/10.1162/posc_a_00337).
- Satzinger, Helga. "The politics of gender concepts in genetics and hormone research in Germany, 1900-1940." *Gender & History* 24, no. 3 (2012): 735-754.
- Schiebinger, Londa. *The mind has no sex? Women in the origins of modern science*. Cambridge/London, MA: Harvard University Press, 1989.
- Sloten, Hugh Richard, Ronald Numbers and David Livingstone. *Modern science in national, transnational, and global context*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2020.
- Stamhuis, Ida. "A female contribution to early genetics: Tine Tammes and Mendel's laws for continuous characters." *Journal of the History of Biology* 28 (1995): 495-531.
- Stamhuis, Ida and Arve Monsen. "Kristine Bonnevie, Tine Tammes and Elisabeth Schieffmann in early genetics: emerging chances for a university career for women." *Journal of the History of Biology* 40 (2007): 427-466.
- Velázquez, Antonio, N. A. González, M. L. Villareal, Cristina Cortinas de Nava, R. Coutiño, E. Santiago, e I. Pulido. "Algunos Enfoques en el Estudio de los Errores Congénitos del Metabolismo," in *Los Perfiles de la Bioquímica en México*. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1974.
- Vessuri, Hebbe. "Latin America: a commentary." In *Modern science in national, transnational, and global context*, edited by Hugh Richard Sloten, Ronald Numbers, and David Livingstone, 810-822. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2020. ■

