



## Hipótesis de Sutton-Boveri o teoría cromosómica de la herencia

Propuesta en 1903 por Walter Sutton y Teodoro Boveri, sostiene que los cromosomas son los componentes físicos que contienen los genes.

## Theodor Boveri (1862-1915)

José L.Fresquet Febrer

Instituto de Historia de la Ciencia y Documentación (Universitat de València-CSIC).

Versión en pdf de <http://www.historiadelamedicina.org/boveri.html> (Septiembre, 2007).

Las bases para la comprensión de la herencia genética se sentaron a lo largo de las tres últimas décadas del siglo XIX. Una de las contribuciones más importante se debe a la obra *Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung* (1882) de Walter Flemming (1843-1905). Investigó con anfibios y en el núcleo diferenció una parte que se podía teñir fuertemente, que se llamó cromatina, y una parte no teñible o acromatina. Observó que, durante la mitosis, los gránulos de cromatina se disponían en unos filamentos que Wilhelm Waldeyer (1836-1921) bautizó como “cromosomas” (1888). No comprendía bien el fenómeno, pero también comprobó que los cromosomas experimentaban una escisión longitudinal. Surgieron dos ideas, los que defendían que los cromosomas se disolvían por completo tras la mitosis o meiosis, y los partidarios de su individualidad e integridad a lo largo de la vida de la célula.

Por otro lado, en 1883, el embriólogo Wilhelm Roux (1850-1924) estudió el desarrollo de los huevos de rana e interpretó su observación del núcleo durante la mitosis como un conjunto de “partículas hereditarias”. Por otra parte, August Weismann (1834-1914) publicaba en 1893 su teoría del “plasma germinal” y del “plasma somático” para explicar la herencia.

Se considera que Theodor Boveri contribuyó a demostrar de forma experimental estas ideas, así lo afirmó Erns Mayr (1904-2005), quien dedicó gran parte de su carrera al estudio de la evolución, la genética

## Obras de Boveri

Zellenstudien II. Die Befruchtung und Teilung des Eies von *Ascaris megalocephala*. *Jena Zeit. Naturw.*, 1888; 22: 685-882.

Über partielle Befruchtung. *Sitz.-Ber d. Ges. f. Morph. u. Physiol. München.*, 1888; 4.

Befruchtung. *Erg. d. Anat. u. Entw.-Gesch.* 1892; 1: 386-485.

Über mehrpolige Mitosen als Mittel zur Analyse des Zellkerns. *Verh. d. phys.-med. Ges. Würzburg*; 1902, N.F. 35: 67-90.

Über die Konstitution der chromatischen Kernsubstanz. *Verh. D. Zool. Ges.* 13. Würzburg, 1903.

*Ergebnisse über die Konstitution der chromatischen Substanz des Zellkerns*, Jena. G. Fischer, 1904.

Zellenstudien VI: Die Entwicklung dispermer Seeigelier. Ein Beitrag zur Befruchtungslehre und zur Theorie des Kernes. *Jena Zeit. Naturw.* 1907; 43: 1-292,

Über 'Geschlechtschromosomen' bei Nematoden. *Arch. f. Zellf.* 1909; 4: 132-141.

Über das Verhalten der Geschlechtschromosomen bei Hermaprodismus: Beobachtung an *Rhabditis nigrovulva*. *Verh. d. phys.-med. Ges. Würzburg*, 1911; 41: 83-97.

*Zur Frage der Entstehung maligner Tumoren*, Jena, Gustav Fischer, 1914.

Über die Entstehung der Eugsterschen Zwitterbienen. *Arch. f. Entw.-Mech.*, 1915; 41: 264-311.

de poblaciones y la taxonomía. Boveri fue de los que defendió la individualidad de los cromosomas. Con el redescubrimiento de las leyes de Mendel, se pensó que había una relación entre las propiedades hereditarias y los cromosomas. A partir de aquí la teoría cromosómica de la herencia comenzó a desarrollarse hasta llegar a las aportaciones de Watson y Crick.

Theodor Boveri nació el 12 de octubre de 1862 en la ciudad bávara de Bamberg. Fue el segundo de cuatro hijos. Su padre era médico y su madre se llamaba Antoine Elssner Boveri. A los trece años fue enviado a estudiar al *Realgymnasium* de Nuremberg, donde se graduó en 1881. Comenzó a estudiar filosofía e historia en la Universidad de Munich, pero, después de un semestre, cambió a ciencias naturales. Fue ayudante de Carl von Kupfer en el Instituto de anatomía de la Universidad. Obtuvo el doctorado en 1885 con una tesis sobre estructura de las fibras nerviosas: *Beiträge zur Kenntnis der Nervenfasern*.

Sin abandonar Munich se trasladó del Instituto de anatomía al de zoología. Recibió la beca Lamont que le proporcionó total libertad para investigar durante siete años. Bajo la influencia del zoólogo Richard Hertwig (1850-1937), del que fue ayudante en 1891, desarrolló una extraordinaria destreza en técnicas de investigación de biología celular, especialmente en lo que se refiere al estudio del desarrollo celular. También trabajó como muchos, de forma esporádica, en la conocida Estación zoológica de Nápoles. En 1893 llegó a ser director del Instituto de Zoología y Zooanatomía en Würzburg, así como profesor de zoología y anatomía comparada de su universidad. Durante esta etapa, la que va desde la realización de su tesis y los primeros años de la década de los noventa, realizó importantes contribuciones.

Oskar Hertwig ya había descrito que durante la fecundación se fusionan los núcleos del espermatozoide y los del óvulo, trabajando con el huevo del *Toxopneuste livide*. Boveri investigó con el huevo del *Ascaris megalocephala* a partir de 1887 y observó que la mitosis era un proceso muy organizado. En el proceso de maduración del huevo había un momento en el que el número de cromosomas se reducía a la mitad.

Boveri también trató de demostrar que la yuxtaposición o fusión de los núcleos no es la causa del desarrollo. Demostró que aun privado de forma experimental del núcleo, el huevo se desarrolla como un embrión cuando el espermatozoide penetra en él, sin que haya fusión de los núcleos en ese caso concreto. Según

Boveri el óvulo era incapaz de desarrollarse porque le faltaba el “órgano” de la división celular. Éste órgano, el centrosoma, no existe en el huevo virgen y, por tanto, sería el espermatozoide quien lo aportaría.

Boveri halló mejores evidencias de la “continuidad de los cromosomas” cuando eligió como material de investigación el erizo de mar, con 36 cromosomas por célula y la posibilidad de producir las cuatro primeras células embrionarias con un número variable de ellos. Observó que de todos los embriones que obtuvo, sólo los que tenían 36 cromosomas en sus células se desarrollaban de forma normal. De este hecho dedujo que cada cromosoma tiene cualidades diferentes. Por otro lado, tanto él como Sutton señalaron que todas estos hechos demostraban una armonía entre el comportamiento de los cromosomas y las reglas que sigue la transmisión de los caracteres hereditarios. Ambos afirmaron que los genes se localizaban en los cromosomas y que cada uno de éstos posee un conjunto particular de genes: su individualidad física. El zoólogo americano Edmund Beecher Wilson (1856-1939) aceptó las ideas de Boveri como “la base para la explicación de las leyes de Mendel de la herencia”. En 1903 Walter Sutton (1877-1916), publicó el trabajo “The Chromosomes in Heredity”, y de forma similar, acercó las leyes de la herencia de Mendel a la citología. Lo que se conoció como la “hipótesis de Boveri-Sutton” continuó siendo confusa hasta 1910.

La teoría de la herencia genética, no tuvo una aceptación general y fueron muchos los científicos eminentes que la rechazaron. Bateson y Goldschmidt lo hicieron porque adujeron que Sutton y Boveri extraían conclusiones por inferencia a partir de observaciones no directas. Morgan también reprochó que esta teoría no se basaba en experimentos.

Boveri fue autor de otros trabajos y contribuciones, como algunas relativas al cáncer. Al final de su vida, en 1914, publicó un trabajo en el que lanzaba una teoría que sugería que los tumores malignos podían provenir de un número anormal de cromosomas: *Zur Frage der Entstehung maligner Tumoren*. No tuvo mucha importancia en su época pero, como sabemos, la ha tenido posteriormente.

En 1898 Boveri se casó con Marcella O’Grady, una bióloga americana que fue a Würzburg a trabajar con él. Le ayudó con frecuencia en sus experimentos. Tuviron una hija, Margret, que fue una destacada periodista y escritora; y un hijo, Walter Boveri, que fue un conocido industrial. Boveri tuvo mala salud; sufría de depresiones con frecuencia. En 1913 rechazó una oferta

para trasladarse al Kaiser Wilhelm Institut, por razones de salud. Murió el 15 de octubre de 1915.

### **Bibliografía**

—Baltzer, F. Theodor Boveri: The Life of a Great Biologist (1862-1915), *Developmental Biology* (<http://8e.devbio.com/article.php?ch=7&id=75>), Consultado en septiembre de 2007.

—Baltzer, F., Theodor Boveri (1862-1915), *Naturwissenschaften*, 1916; 4(6): 69-73.

—Giordan, A. et al. *Conceptos de Biología*, 2 vols., Barcelona, Labor-MEC, 1988.

—Simmons, J.C., *Doctors & Discoveries. Lives that created today's Medicine*, Boston, New York, Houghton Mifflin Co, 002.

—Sutton WS. The chromosomes in heredity. *Biol. Bull* 4:231-251, 1903.

—Theodor Boveri. En: Wikipedia (Alemán), ([http://de.wikipedia.org/wiki/Theodor\\_Boveri](http://de.wikipedia.org/wiki/Theodor_Boveri)), Consultado en septiembre de 2007.

—Wolbert, P. Theodor Boveri (1862-1915), Biozentrum, Julius Maximiliano Universität Würzburg ([http://www.biozentrum2.uni-wuerzburg.de/infos/theodor\\_boveri\\_1862-1915/](http://www.biozentrum2.uni-wuerzburg.de/infos/theodor_boveri_1862-1915/)), Consultado en septiembre de 2007.