

# AS CONTRIBUIÇÕES INICIAIS DE WILSON E STEVENS PARA A TEORIA CROMOSSÔMICA: UMA COMPARAÇÃO

Ana Paula Oliveira Pereira de Moraes Brito/CNPq

Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP)

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins/CNPq

Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, PUC/SP; Grupo de História e Teoria da Ciência, UNICAMP

## 1 Introdução

Nossa atenção estará focalizada principalmente na primeira década do século XX, nas etapas iniciais do estabelecimento da teoria cromossômica, mais especificamente nos estudos de Edmund Beecher Wilson (1856-1839) e Nettie Maria Stevens (1861-1912)<sup>1</sup>.

Diversos estudos historiográficos<sup>2</sup> concordam em que Wilson e Stevens contribuíram de modo efetivo para o esclarecimento da relação entre cromossomos e sexo por volta de 1905, mostrando que a hipótese de McClung estava equivocada<sup>3</sup>. Entretanto, o estudo feito por Stephen Brush considera que a contribuição de Stevens é superior à de Wilson, inclusive no que diz respeito à clareza.

O objetivo deste artigo é comparar as contribuições de Wilson e Stevens no período considerado, levando em conta sua coerência, seqüência e terminologia, procurando averiguar a existência de uma possível superioridade de alguma delas<sup>4</sup>.

O primeiro artigo de Wilson (1905a) foi recebido em 5 de maio de 1905 sendo publicado em agosto do mesmo ano no periódico *The Journal of Experimental Zoology*. Já o artigo de Stevens (1905) foi submetido em 23 de maio de 1905 e publicado em setembro de 1905 no *Washington Carnegie Institution Publication*. A documentação disponível indica que Wilson atuou como *referee* do artigo de Stevens, sendo favorável à publicação do mesmo (Brito, 2004, p. 40). A seguir Wilson publicou um segundo e um terceiro artigos em 1905 e 1906 respectivamente<sup>5</sup>.

Consideramos importante apresentar ao leitor nossos personagens centrais. Wilson era na época professor e chefe do Departamento de Zoologia da Universidade de Columbia (Estados Unidos). Já havia publicado duas edições (em 1896 e 1900) do tratado citológico *The Cell in Development and Inheritance* e atuava como assessor da *Washington Carnegie Institution*.

---

<sup>1</sup> Ver a respeito do contexto da época em L. A.C. P. Martins, “Did Sutton and Boveri propose the so-called Sutton-Boveri Chromosome Hypotheses?”; Martins, “Thomas Hunt Morgan e a Teoria cromossômica: de Crítico a Defensor”; Martins, *A Teoria cromossômica. Proposta, Fundamentação, Crítica e Aceitação*, capítulo 4.

<sup>2</sup> Por exemplo, Ernst Mayr, *The Growth of Biological Thought*, p. 751; Garland Allen, *Thomas Hunt Morgan. The Man and his Science*, p. 129; M. B. Ogilvie e C. J. Choquette, “Nettie Maria Stevens (1861-1912): Her Life and Contributions to Cytogenetics”, p.306.

<sup>3</sup> Ver a respeito da hipótese de McClung em Lilian A.-C.P Martins, “McClung e a Determinação de Sexo: do Equívoco ao Acerto”.

<sup>4</sup> Não iremos discutir aqui a questão da prioridade dessas contribuições. Ver a respeito em Ana Paula Oliveira Pereira de Moraes Brito, *Nettie Maria Stevens e suas Contribuições para a Teoria cromossômica: Estudos sobre a Determinação de Sexo*, capítulo 3; Brito e Martins, “Wilson, Stevens e a Determinação de Sexo por Cromossomos: uma Controvérsia”.

<sup>5</sup> E. B. Wilson, “Studies on Chromosomes II. The paired Microchromosomes in Hemiptera”; Wilson, “Studies on Chromosomes III. The sexual Differences of the Chromosome-Groups in Hemiptera, with some Considerations on the determination and Inheritance of Sex”.

Mesmo tendo conhecimento dos inúmeros problemas referentes à hipótese cromossômica, ele devotou seu tempo e atenção ao estudo e teste da mesma. Stevens, havia estudado no *Bryn Mawr College* tendo sido aluna de Thomas Hunt Morgan (1866-1945) e havia feito um estágio na Alemanha com o embriologista Theodor Heinrich Boveri (1862-1915). Ela era bolsista do *Washington Carnegie Institution* e estava desenvolvendo uma pesquisa sobre a relação entre cromossomos, sexo e princípios de Mendel, utilizando como material experimental insetos. Não ocupava então nenhuma posição acadêmica.<sup>6</sup>

### 3 Wilson e o primeiro artigo de 1905

Nesta publicação<sup>7</sup> Wilson estudou o comportamento dos cromossomos<sup>8</sup> em hemípteros, durante o processo de espermatogênese. Ele considerou principalmente o par desigual de cromossomos que denominou *idiocromossomos*. Utilizou estudos anteriores disponíveis sobre hemípteros, como os de T. H. Montgomery (1898) e F. C. Paulmier (1899).

Após descrever vários casos que havia observado, inclusive com o auxílio de desenhos, Wilson concluiu que nos gêneros *Lygaeus*, *Coenus*, *Podisus*, *Euchistus*, *Brachymena* e *Tryhcopepla* os espermatozóides apresentavam dimorfismo. Ele percebeu que esses gêneros apresentavam o mesmo número de cromossomos mas diferiam em relação a um deles. Porém, em outros gêneros (*Pyrrochoris*, *Anasa* e *Alydus*) metade dos espermatozóides recebia um cromossomo a menos<sup>9</sup>.

Apesar de ter obtido evidências favoráveis quanto à manutenção da individualidade dos cromossomos nas divisões celulares sucessivas, ele acabou concluindo: "Considerando o trabalho em Hemiptera, nem a sugestão que eu fiz, nem a hipótese de McClung, têm até o presente diretamente qualquer fundamento nos fatos observados"<sup>10</sup>.

Ao finalizar o artigo, ele mencionou que havia tomado conhecimento de que Stevens havia encontrado no besouro *Tenebrio* um par desigual de cromossomos de certo modo similar aos idiocromossomos de Hemiptera, presente apenas nas células somáticas do macho. Isso, de acordo com Wilson, poderia significar que a hipótese de McClung estivesse bem fundamentada<sup>11</sup>.

### 4 O artigo de Stevens

Neste estudo Stevens desejava averiguar se o "cromossomo acessório" de McClung (que ela preferiu chamar de "elemento x") era um determinante do sexo. Para isso selecionou diversos gêneros e espécies de diferentes ordens de insetos que não tinham sido estudados ainda: *Termopsis angusticolis*, *Stenopelmatus*, *Blatella germanica*, *Tenebrio molitor* e *Aphis oenotherae* (Stevens, 1905, p. 3). Ela estudou não apenas o processo de espermatogênese mas também alguns aspectos de sua ovogênese.

---

<sup>6</sup> Ana Paula de O. P. Morais Brito, *Nettie Maria Stevens e suas Contribuições para a Teoria cromossômica da Hereditariedade: Estudos sobre a Determinação do Ssexo*, p. 39.

<sup>7</sup> E. B. Wilson, "Studies on Chromosomes I. The Behavior of the Idiochromosomes in Hemiptera".

<sup>8</sup> Wilson chamou de idiocromossomos ou cromossomos distintivos ou peculiares aos dois cromossomos usualmente desiguais em tamanho que realizariam posteriormente conjugação distribuindo-se de modo assimétrico no núcleo das espermátides (Wilson, Studies on Chromosomes I", p. 375).

<sup>9</sup> Wilson, Studies on Chromosomes I", pp. 394-95.

<sup>10</sup> *Ibid.*, pp. 402-403.

<sup>11</sup> *Ibid.*, p. 375.

Em suas observações Stevens não encontrou o "cromossomo acessório" em *Termopsis* e *Aphis*. Porém, encontrou-o em *Stenopelmatus*, *Blatella* e *Tenebrio*<sup>12</sup>.

Em *Tenebrio*, um coleóptero, ela detectou a existência de uma diferença tanto em relação ao tamanho como em relação ao número em de cromossomos nas células germinativas masculinas e femininas. O óvulo apresentava 10 cromossomos. Porém em relação aos espermatozoides ela encontrou dois casos: alguns apresentavam 9 cromossomos do mesmo tamanho e um menor e outros apresentavam 10 cromossomos iguais. Acabou concluindo que as evidências encontradas em *Tenebrio* indicavam que: “o sexo em alguns casos poderia ser determinado pela qualidade ou quantidade de cromatina em diferentes espermatozoides”<sup>13</sup>. Entretanto, apesar disso, considerou que “devido à pouca uniformidade encontrada em relação aos heterocromossomos (os idiocromossomos de Wilson), as discussões deveriam ser adiadas até que a espermatogênese de muito mais formas pudesse ser estudada”<sup>14</sup>

### 5 As contribuições de Wilson e Stevens em 1905

Os estudos de Wilson e Stevens mencionados anteriormente se caracterizam por ter objetivos diferentes, utilizar material experimental diferente e ter uma abrangência diferente. Além disso, empregam uma terminologia diferente.

Wilson tinha interesses mais amplos pois preocupava-se com aspectos evolutivos, a questão da individualidade dos cromossomos, ou ainda, se o par cromossômico apresentava correlatos alelomórficos maternos e paternos. Já Stevens estava mais interessada especificamente em investigar se o “cromossomo acessório” de McClung era um determinante sexual.

Enquanto Wilson estudou a espermatogênese de hemípteros (que já haviam sido estudados por vários autores), Stevens estudou tanto a espermatogênese como a ovogênese de várias ordens de insetos que até então não haviam sido estudadas o que possibilitou um esclarecimento de pontos importantes da questão. Ao descrever os resultados encontrados em *Tenebrio* Stevens mostrou que o cromossomo que poderia estar relacionado ao sexo masculino era o cromossomo Y e não o X como pensava McClung, embora não o tenha afirmado explicitamente.

Ambos estudos foram bem feitos, contendo descrições detalhadas, não escondendo os problemas e levantando hipóteses plausíveis acerca dos resultados obtidos. Pode-se dizer que, sob o ponto de vista conceitual, ambos trabalhos são relevantes e se completam trazendo contribuições importantes para a hipótese (ou teoria cromossômica).

### 6 Wilson e o segundo artigo de 1905

Neste longo trabalho Wilson tinha como prioridade investigar o papel dos cromossomos sob o ponto de vista fisiológico e hereditário. Ele deixou para um segundo plano, o esclarecimento da confusão que existia acerca do “cromossomo acessório” (que ele preferiu chamar de “cromossomo heterotrópico”) e a determinação de sexo.

O autor, retornando ao estudo dos hemípteros, reafirmou que havia dois tipos de pares de cromossomos: o primeiro era desigual e ele chamou de idiocromossomos (encontrado em *Euchistus*, *Lygaeus*, *Coenus* e *Brochymena*) e o segundo que continha cromossomos do

---

<sup>12</sup> Nettie Maria Stevens, “Studies in the Spermatogenesis with special Reference to the “Accessory Chromosome. Part I”, pp. 7; 12; 16-17.

<sup>13</sup> Stevens, “Studies in the Spermatogenesis with special Reference to the “Accessory Chromosome. Part I”, p. 18)

<sup>14</sup> *Ibid.*

mesmo tamanho (encontrado em *Anasa*, *Alydus*, *Syromastes* e *Arcimerus* que ele chamou de cromossomos *m*<sup>15</sup>).

Neste estudo Wilson concluiu que "o cromossomo acessório" (ou heterotrópico) estava presente na maioria dos hemípteros estudados (*Pyrrhonoris*, *Anasa*, *Protenor*, *Alydus*, *Chariesterus*, *Syromastes*, *Harmamostes*, *Oedanacala*, *Archimerus* e *Banasa*) e que metade dos espermatozoides o recebia e metade não<sup>16</sup>. Ele comentou que "a sugestão de que estes corpos pudessem estar de alguma forma relacionados à determinação sexual não aparecia claramente nos dados conhecidos"<sup>17</sup>.

E acrescentou:

Se o cromossomo heterotrópico é um corpo univalente (uma vez que o número nas espermatogônias é ímpar), é inevitável a conclusão de que na produção dos machos, o número de cromossomos com que contribuem as duas células germinativas não pode ser o mesmo. Até este ponto os fatos se harmonizam com a visão de McClung; porém, mais considerações dão razão para dúvidas em relação a aspectos mais específicos desta hipótese. A presença do cromossomo heterotrópico no macho de modo algum prova sua origem paterna na fertilização, menos ainda que ele seja especificamente o determinante do sexo masculino<sup>18</sup>.

Após ter finalizado este artigo, Wilson adicionou algumas informações que havia obtido através do estudo da ovogênese em hemípteros, afirmando que estavam de acordo com o que Stevens havia obtido em *Tenebrio* e concluiu:

Não pode, haver nenhuma dúvida de que existe uma conexão definida entre os cromossomos e os caracteres sexuais, e acredito que a combinação cromossômica, estabelecida na hora da fertilização, é, nestes insetos, a causa determinante do sexo"<sup>19</sup>.

Entretanto, antes de obter essas informações ele parecia ter muitas dúvidas acerca da questão.

### **7 O terceiro artigo de Wilson (1906)**

Neste artigo Wilson (1906) analisou as diferenças entre os grupos cromossômicos encontrados em hemípteros e suas implicações para a herança e determinação do sexo. Considerou tanto os processos de espermatogênese como o de ovogênese. Acabou por corrigir, de modo explícito, o equívoco de McClung. Ele assim se expressou:

[...] A conjectura de McClung no que se refere ao modo de fertilização prova ser o reverso da verdade; pois é a fêmea, não o macho, que possui o cromossomo adicional, como eu determinei acima de qualquer dúvida em quatro gêneros, a saber, *Anasa*, *Alydus*, *Hormostes* e *Protenor*. Os fatos não deixam dúvidas de que ambas as formas dos espermatozoides são funcionais; de que todos os óvulos

<sup>15</sup> Wilson, "Studies on Chromosomes II. The paired Microchromosomes, Idiochromosomes and Heterotropic Chromosomes in Hemiptera", p. 509.

<sup>16</sup> *Ibid.*, p. 533)

<sup>17</sup> *Ibid.*, p. 536.

<sup>18</sup> *Ibid.*, p.538.

<sup>19</sup> *Ibid.*, p. 543.

possuem o mesmo número de cromossomos; que todos contêm o homólogo, ou companheiro materno, do cromossomo acessório ou heterotrópico do macho; e que a fertilização pelo espermatozóide que possui este cromossomo produz fêmeas, enquanto os machos são produzidos pela fertilização através do espermatozóide que não o possui<sup>20</sup>.

Wilson apontou alguns erros encontrados em observações anteriores e descreveu três tipos daquilo que maioria dos livros didáticos atuais considera como sendo "modelos cromossômicos", a saber:

- Primeiro tipo: Formas que apresentavam o cromossomo acessório (óvulos: 7 cromossomos; espermatozóides de 2 tipos: um contendo 7 cromossomos, outro contendo 6). Por exemplo, *Protenor belfragei*. Da união de óvulos com espermatozóides contendo 7 cromossomos, originavam-se fêmeas. Da união de óvulos com espermatozóides contendo 6 cromossomos, originavam-se machos.
- Segundo tipo: Formas que possuem idiocromossomos desiguais. (A fêmea apresenta um par de cromossomos iguais e o macho, um par de cromossomos diferentes). Exemplo: *Lygaeus turcicus*.
- Terceiro tipo: Formas nas quais os idiocromossomos eram iguais em tamanho nos machos e fêmeas, porém diferiam por seu comportamento. Exemplo: *Nezara hiliaris*.

Este artigo de Wilson se distingue dos dois anteriores sob vários aspectos. Em primeiro lugar, seu objetivo é mais específico: estudar a determinação de sexo em insetos e a verificar a hipótese de McClung. Nele o autor mostra segurança em suas afirmações, usando as evidências encontradas por Stevens em *Tenebrio* para reforçar sua posição. Além disso, partiu do estudo comparativo dos cromossomos encontrados nas células germinativas masculinas e femininas.

## 7 Considerações finais

Esta análise mostrou que o artigo de Stevens (1905) é bem mais claro e coerente que o primeiro e segundo artigos de Wilson<sup>21</sup> onde ele mostrou ter muitas incertezas a respeito da existência de uma relação entre determinados cromossomos e a determinação de sexo. Nesse sentido, estamos de acordo com Brush (1978). Stevens discutiu especificamente a relação cromossomos–determinação de sexo, apontando tanto as evidências favoráveis como desfavoráveis, considerando tanto os processos de espermatogênese como de ovogênese. Wilson, ao contrário, tinha interesses mais amplos e estudou nos dois primeiros artigos apenas a espermatogênese. Stevens lidou com um material experimental mais variado do que Wilson.

Notamos também uma diferença na terminologia empregada pelos autores. Ao se referir ao cromossomo acessório, Wilson utilizou o termo “cromossomo heterotrópico” enquanto Stevens preferiu “cromossomo X”. Wilson, ao se referir ao par de cromossomos desiguais utilizou o termo “idiocromossomos” e Stevens “heterocromossomos”.

Apesar das diferenças encontradas, consideramos que os estudos de Wilson e Stevens se completam, contribuindo de modo significativo para o estabelecimento da hipótese/teoria cromossômica em uma época onde os problemas e inconsistências eram muitos.

<sup>20</sup> Wilson, “Studies on Chromosomes III. The sexual Differences of the Chromosome-Groups in Hemiptera, with some Considerations on the Determination and Inheritance of Sex”, p. 2.

<sup>21</sup> Wilson, “Studies on Chromosomes I”; Wilson, “Studies on Chromosomes II”.

## Agradecimentos

A autoras agradecem o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil).

## Referências bibliográficas

- ALLEN, G. A., *Thomas Hunt Morgan. The Man and his Science*. Princeton, Princeton University, 1978.
- BRITO, A. P. O. P. de M. *Nettie Maria Stevens e suas Contribuições para a Teoria Cromossômica da Hereditariedade: Estudos sobre a determinação de Sexo*. [Dissertação de Mestrado], São Paulo, Pontifícia Universidade Católica, 2004.
- BRITO, A. P. O. P. de; L.A.-C. P. Martins. “Wilson, Stevens e a Determinação de Sexo por Cromossomos: uma Controvérsia”. [No prelo].
- BRUSH, S. G. "Nettie Maria Stevens and the Discovery of sex Determination by Chromosomes", *Isis* 69 (1978): 163-178.
- McCLUNG, C. E., "Notes on the Accessory Chromosome", *Anatomische Anzeiger* 20 (1901): 220-226.
- MARTINS, L.A.-C.P., *A Teoria cromossômica da Herança: Proposta, Fundamentação, Crítica e Aceitação* [Tese de Doutorado], Campinas: UNICAMP, 1997.
- MARTINS, L.A.-C.P., "Thomas Hunt Morgan e a Teoria Cromossômica: de Crítico a Defensor", *Episteme* 3 (6,1998): 100-126.
- MARTINS, L.A.-C.P., "Did Sutton and Boveri i propose the so-called Sutton-Boveri Chromosome Hypothesis?", *Genetics and Molecular Biology* 22 (2,(1999): 261-271
- MARTINS, L. A.-C. P., "McClung e a Determinação do Sexo: do Equívoco ao Acerto”, *História, Ciência, Saúde. Manguinhos* 6 (1999): 235-56.
- MAYR, E., *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution and Inheritance*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1982.
- MONTGOMERY, T. H., "The Spermatogenesis in Pentatoma up to the Formation of the Spermatid", *Zoologische Jahrbuch* 12 (1898): 1-88.
- OGILVIE, M. B. & C. J. Choquette, “Nettie Maria Stevens (1861-1912): Her life and Contributions to Cytogenetics”, *Proceedings of the American Philosophical Society*, 125 (4, 1981): 292-311
- STEVENS, N. M. (1905), "Studies in Spermatogenesis with Special Reference to the 'Accessory Chromosome'. Part I". *Carnegie Institution of Washington*. Publication n° 36: 1-33.
- WILSON, E. B. “Studies on Chromosomes. I. The Behavior of the Idiochromosomes in Hemiptera”, *The Journal of Experimental Zoology* 2 (1905): 321-405.
- WILSON, E. B., “Studies on Chromosomes. II. The paired Michrocromosomes, Idiochromosomes and Heterotropic Chromosomes in Hemiptera”, *The Journal of Experimental Zoology* 2 (1905): 507-545.
- Wilson, E. B. “Studies on Chromosomes. III. The Sexual Differences of the Chromosome-Groups in Hemiptera, with some Considerartions on the Determination and inheritance of Sex”, *The Journal of Experimental Zoology* 3 (1906): 1-39.