

# Modelos microscópicos de herança no século XIX

---

Andreza Polizello \*  
Lilian Al-Chueyr Pereira Martins #

---

**Resumo:** Durante o século XIX surgiram diversos modelos microscópicos envolvendo partículas com o intuito de explicar a hereditariedade. Por exemplo, as unidades fisiológicas de Spencer (1864); a hipótese da pangênese de Darwin (1868); a teoria das estirpes de Galton (1872); o idioplasma de Nägeli (1884); a pangênese intracelular de De Vries (1889); e o plasma germinativo de Weismann (1892). O objetivo deste artigo é analisar algumas dentre essas propostas, procurando tecer um panorama geral das ideias vigentes no século XIX, antes e depois do desenvolvimento da teoria das estirpes de Galton para a explicação da herança. Procuraremos averiguar se, cronologicamente, houve alguma mudança significativa em relação às ideias apresentadas pelos diferentes estudiosos. Este estudo levou à conclusão de que nas propostas da década de 1860 (Spencer e Darwin), bem como na de Galton (1875), não houve uma preocupação em estabelecer relações com os estudos citológicos da época. Tratava-se de modelos hipotéticos. Porém, nas propostas da década de 1880 (de Nägeli, De Vries e Weismann) esta preocupação foi se tornando pouco a pouco mais presente. A proposta de Galton se encontra na transição entre as da década de 1860 e as da década de 1880.

**Palavras-chave:** História da Biologia; modelos microscópicos de herança; Darwin, Charles; Galton, Francis; Nägeli, Carl von

## Microscopic models of inheritance in the 19<sup>th</sup> century

**Abstract:** During the 19th century several microscopic models involving particles arose in search for an explanation for heredity such as: Spencer's

---

\* Pesquisadora do Grupo de História e Teoria da Biologia. E-mail: andpolizello@hotmail.com

# Departamento de Biologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, campus Ribeirão Preto. Av. Bandeirantes, 3900. Monte Alegre, Ribeirão Preto, SP, CEP 14.040-901. E-mail: lacpm@ffclrp.usp.br

physiological units (1864); Darwin's hypothesis of pangenesis (1868); Galton's theory of stirps (1872); Nägeli's idioplasm (1884); De Vries' intracellular pangenesis (1889); and Weismann's germplasm, in 1892. This paper aims to analyze some of those proposals in order to provide an overview of the explanations for inheritance present in 19<sup>th</sup> century before and after Galton's theory of stirps. We will try to investigate if there were significant changes in the different scholar's thought related to the subject. This study led to the conclusion that in the proposals of the 1860's (Spencer, Darwin and Galton's ones) there were no concern in establishing a relationship with cytological studies. In this way, they dealt with hypothetical microscopic models. However, in the proposals of the 1880's (Nägeli, De Vries and Weismann's ones) this concern, as the time went by, was becoming more and more present. Galton's theory of stirps represents the transition between the two groups.

**Key-words:** history of biology; microscopic models of inheritance; Darwin, Charles; Galton, Francis; Nägeli, Carl von

## 1 INTRODUÇÃO

No século XIX a teoria celular estava sendo discutida, e alguns autores consideravam que todas as células se originavam de uma célula já existente. Uma explicação para a herança se tornou mais urgente do que nunca. Por outro lado, a hipótese da pangênese de Charles Darwin (1809-1882) serviu de estímulo para que outros estudiosos apresentassem suas próprias explicações para a herança (Robinson, 1979, pp. xiii-xiv).

Dentro deste contexto, durante o século XIX surgiram diversos modelos microscópicos que envolviam partículas para explicar a hereditariedade (Martins, 1997, p. I-2) Dentre esses encontram-se as unidades fisiológicas de Herbert Spencer (1820-1903), sugerido em 1864; a hipótese da pangênese de Charles Darwin, proposta em 1868; a teoria das estirpes de Francis Galton (1822-1911); o idioplasma de Carl Wilhelm von Nägeli (1817- 1891), proposto em 1884; a pangênese intracelular de Hugo De Vries (1848-1835), apresentada em 1889; e o plasma germinativo de August Weismann (1834-1914), proposto em 1892.

O objetivo deste artigo é analisar alguns dentre esses modelos, com o intuito de tecer um panorama em relação às ideias vigentes sobre herança por ocasião da proposta da teoria das estirpes de Gal-

ton, sem perder de vista o que veio antes e o que veio depois da mesma. Procuraremos averiguar se, cronologicamente, houve alguma mudança significativa em relação às ideias apresentadas por diferentes estudiosos.

## 2 AS UNIDADES FISIOLÓGICAS DE HERBERT SPENCER

Spencer, que viveu durante o período vitoriano na Inglaterra e fazia parte do círculo de Darwin, publicou diversas obras que incluíam, além dos aspectos filosóficos, aspectos biológicos tais como suas concepções sobre evolução e herança. Em 1864, publicou o *Principles of biology* (*Princípios de Biologia*) composto por dois volumes. O primeiro está dividido em três partes que apresentam respectivamente dados em biologia, induções da biologia e evolução da vida. No segundo volume, Spencer tratou de desenvolvimento morfológico, desenvolvimento fisiológico e leis da multiplicação. Na ocasião da publicação da primeira edição dos *Principles of biology*, Darwin estava escrevendo sua obra *The variation of animals and plants under domestication* (*A variação de animais e plantas domesticados*).

Em 1864, Herbert Spencer, inspirado no fenômeno da regeneração apresentado por alguns animais, propôs uma teoria de herança e desenvolvimento. Esta pressupunha a existência de unidades fisiológicas vivas, presentes em todas as células do corpo, intermediárias entre as moléculas químicas e as unidades morfológicas (Mayr, 1982, p. 669). Ao procurar dar conta do que ocorria nos seres unicelulares, considerou que a informação de como a célula deveria se organizar estaria contida em algo menor que a célula, o que ele chamou de “unidades intermediárias ou fisiológicas” (Castañeda, 1992, p. 150).

As unidades fisiológicas, localizadas no interior das células, seriam capazes de se auto-organizar, produzir a regeneração e seriam responsáveis pela transmissão dos caracteres de uma geração para outra estando (Castañeda, 1992, p. 150).

Como Spencer acreditava que havia evidências de que as modificações funcionais podiam ser herdadas, e atribuía grande importância à herança de caracteres adquiridos como mecanismo evolutivo (Martins, 2008, p. 286), ele procurou explicar através das unidades fisiológicas não apenas os casos de herança mais comuns como também os

casos de herança de caracteres adquiridos e atavismo (reaparecimento na prole das características dos ancestrais) (Castañeda, 1995, p. 4).

Sobre a herança de caracteres adquiridos, Spencer comentou:

Se nada impedir, as unidades fisiológicas moldarão os agregados em uma forma equilibrada com suas polaridades pré-existentes. Se, por outro lado, o agregado, por ações incidentes, é obrigado a tomar uma nova forma, as suas forças devem tender a remoldar as unidades em harmonia com esta nova forma. (Spencer, 1966-67, vol. 1, p. 319, *apud*, Castañeda, 1992, p. 179)

Na citação acima é possível perceber que Spencer utilizou uma explicação para a herança de caracteres adquiridos que envolvia a ação de forças à distância.

### 3 A HIPÓTESE DA PANGÊNESE DE CHARLES DARWIN

Na obra *Origin of species* (*A origem das espécies*), Darwin propôs uma tese dupla: que a diversidade da vida é produto de evolução gradual e ramificada e que o principal mecanismo que dirige esse processo é a seleção natural, que atua sobre as variações que são herdadas. A primeira parte, a evolução, logo foi aceita pela maioria dos biólogos, mas houve relutância em aceitar a segunda parte. Isso principalmente porque Darwin não havia dado detalhes de como a seleção natural agiria sobre a variabilidade e a herança. Mas, em 1868, ele publicou uma obra em que propôs uma hipótese onde procurou explicar esses fatos (Bulmer, 2003, p. 108).

Nesse sentido, o naturalista inglês comentou: “todo mundo desejaria explicar para si mesmo, mesmo que de maneira imperfeita, como é possível uma característica apresentada por um ancestral remoto reaparecer em sua prole” (Darwin, 1883, vol. 2, p. 349). Com esse interesse, ele procurou explicar a hereditariedade e variabilidade pela hipótese da pangênese, que afirmou ser:

[...] uma hipótese meramente provisória ou especulação, mas até obter outra melhor, ela servirá para unir muitos fatos que no presente não estão conectados por nenhuma causa eficiente. (...) Eu me aventuro a avançar na hipótese da Pangênese que implica que cada parte do organismo se reproduz sozinha. (Darwin, 1883, vol. 2, p. 349)

Pequenas partículas, que Darwin chamou de gêmulas, seriam, durante a multiplicação por divisão, transmitidas da célula mãe para as células filhas. Ele também acreditava que haveria uma grande variedade de gêmulas, o que contrastava com as unidades fisiológicas de Herbert Spencer, que seriam idênticas em um indivíduo (Mayr, 1982, p. 670). Essas ideias aparecem em sua obra *The variation of animals and plants under domestication* (1868), mais precisamente no capítulo 27 do volume 2. Em suas próprias palavras:

É universalmente aceito que as células ou unidades do corpo aumentam por divisão ou proliferação, mantendo a mesma natureza, e que elas basicamente se convertem nos vários tecidos e substâncias do corpo. Mas apesar desse significado de crescimento eu assumo que essas unidades lançam grânulos minúsculos **que são dispersados por todo o sistema**; e quando supridas de nutriente próprio, multiplicam-se por divisão e são basicamente desenvolvidas em unidades como aquelas das quais elas se originaram. Esses grânulos podem ser chamados de gêmulas. Eles são coletados de todas as partes do sistema para constituírem o elemento sexual e seu desenvolvimento na próxima geração forma um novo ser, mas eles são igualmente capazes de transmissão em estado dormente para as futuras gerações e podem então se desenvolver. (...) Supõe-se que as gêmulas partam de cada unidade, não somente durante o estágio adulto, mas durante cada estágio de desenvolvimento de cada organismo; mas não necessariamente durante a existência continuada da mesma unidade. Por fim, eu assumo que as gêmulas no estágio dormente têm uma afinidade mútua dirigindo para sua agregação em botões ou em elementos sexuais. Consequentemente, não são os órgãos reprodutivos ou brotos que geram o novo organismo, mas as unidades pelas quais cada indivíduo é formado. Essas suposições constituem a hipótese que eu chamei de Pangênese. (Darwin, 1883, vol. 2, p. 349; ênfase nossa)

A hipótese da pangênese de Darwin admitia, então, basicamente que gêmulas, minúsculas partículas provenientes de todas as partes do corpo, circulavam pelo sangue e seriam transmitidas pelas gerações sem se desenvolverem em células, mas estariam sempre prontas para este fim. Para Darwin, a pangênese, além de explicar a variabilidade dos seres vivos, (gêmulas dormentes poderiam se reunir e se arranjar em números diferentes) era uma tentativa de apresentar um meca-

nismo para a herança de caracteres adquiridos (Castañeda, 2002, p. 211).

Esta hipótese era útil para Darwin porque explicava vários fenômenos: a transmissão de características hereditárias distintas, a reversão, o aparecimento de características intermediárias na primeira geração e o reaparecimento de características de ancestrais em uma segunda geração, os caracteres adquiridos e a regeneração. Mas não foi uma hipótese apoiada pela teoria celular ou observações microscópicas (Robinson, 1979, pp. 10; 14).

Segundo Castañeda (2002, pp. 209-10), a pangênese se baseava nas seguintes premissas:

- Todas as unidades do corpo têm o poder de crescimento por auto-divisão.
- Todas as unidades do corpo expõem grânulos.
- As gêmulas crescem, multiplicam-se e agregam-se.
- As gêmulas se reúnem nos elementos sexuais para formarem um novo ser.
- As gêmulas podem ficar em estado dormente.
- Para desenvolverem-se, as gêmulas devem se unir às células não desenvolvidas ou parcialmente desenvolvidas que as precedem.
- Cada unidade pode expelir gêmulas em qualquer estágio de desenvolvimento, mas não continuamente.
- As gêmulas dormentes possuem afinidades mútuas e se agregam nos brotos ou nos elementos sexuais.

Em sua proposta, Darwin considerava que as gêmulas seriam produzidas por todas as células e circulariam livremente pelo corpo. Elas teriam ou não afinidades e seriam recolhidas nos elementos reprodutivos. Ele concluiu que ambos os progenitores teriam igual importância na transmissão dos caracteres hereditários, sendo que haveria certa quantidade de gêmulas necessárias à fertilização, o que somado com as condições, afinidades e agregações explicaria vários fenômenos incluindo a prepotência (dominância) (Robinson, 1979, p. 15). Nas palavras de Darwin:

A principal suposição é que todas as unidades do corpo, além de terem o poder de crescimento através da auto-divisão, o que é admitido universalmente, lançam gêmulas minúsculas que são dispersadas por todo o sistema. (Darwin, 1883, pp. 396-7)

A hipótese de Darwin envolvia fusão parcial, pois os elementos patentes se fundiam e os elementos latentes, não. Michael Bulmer explicou:

Suponha que um cruzamento entre uma planta preta e uma branca produza uma prole cinza. De acordo com a teoria de Darwin, as gêmulas brancas e pretas patentes e latentes são transformadas em tecido cinza que produz gêmulas cinzas, mas as gêmulas latentes retêm sua identidade; todos os três tipos de gêmulas encontram seu caminho para as gônadas e são transmitidos para a próxima geração. (Bulmer, 2003, p. 122)

De acordo com Robinson, a hipótese da pangênese foi precedida de outras teorias “pangênicas” para explicar a herança e as características adquiridas, mas não foi uma derivação delas. No entanto, Darwin argumentou que não estava familiarizado com tais teorias (Robinson, 1979, pp. 6-7).

Embora a hipótese da pangênese tivesse recebido algumas restrições na época, como as de Galton por exemplo (Galton, 1871, p. 395; Polizello, 2011; Polizello, 2009), ela oferecia uma explicação razoável para algumas particularidades da herança, como a herança de caracteres adquiridos, amplamente aceita na época.

#### **4 A TEORIA DO IDIOPLASMA DE CARL WILHELM VON NÄGELI**

O *Die Stärkekörne (Sobre os grãos de amido)* de Nägeli, publicado em 1858, representou uma importante contribuição para a fisiologia vegetal. Nesta obra, ele considerava que o plasma era formado por micelas submicroscópicas, internamente cristalinas, grupos de moléculas que ele acreditava serem unidades estruturais importantes para a matéria viva. Ele assumiu que as micelas eram cristalinas por causa das propriedades birrefringentes que ele tinha observado microscopicamente usando luz polarizada. Ele também defendia que as micelas

podiam estar organizadas de diferentes modos e que suas propriedades dependeriam do arranjo (Robinson, 1979, pp. 110-111).

Nägeli presumiu a existência de uma substância específica que seria a base da herança cujo arranjo e composição molecular determinariam a característica. Ele se baseou principalmente em observações de grãos de amido. Entretanto, não fez relações entre essas observações e os estudos sobre a divisão celular. Isso poderia parecer surpreendente, pois anos antes o próprio Nägeli havia estudado as células vegetais e escrito sobre a sua formação (Robinson, 1979, pp. 109-10). Entretanto, é importante lembrar que na época do trabalho de Nägeli, de um modo geral, não se fazia uma relação entre os modelos microscópicos de herança e a investigação citológica de divisão celular.

Em 1884 Nägeli publicou sua obra *Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre* (*Mecânica e fisiologia da teoria da evolução*) na qual relacionou a teoria micelar à herança (Robinson, 1979, p. 112).

Dentro de seu contexto, Nägeli propôs que o protoplasma de um organismo era formado por dois componentes: protoplasma nutritivo e idioplasma (Mayr, 1982, p. 670).

O idioplasma seria a parte do protoplasma constituída por longos filamentos que passariam de célula a célula. Cada filamento seria formado por numerosos grupos de moléculas, teria propriedades específicas, e um feixe de filamentos controlaria as propriedades da célula, tecidos, sistemas e órgãos. O crescimento aconteceria pelo alongamento desses filamentos sem alteração de sua consistência (Mayr, 1982, pp. 670-1). Nägeli atribuiu uma estrutura definida para o idioplasma e descreveu suas características; ao fazê-lo, pensou em termos matemáticos quando procurou calcular o tamanho das micelas que constituíam o albúmen, e isso trazia consequências para a teoria (Robinson, 1979, p. 113).

De acordo com Nägeli, o idioplasma continuaria, mesmo que o indivíduo morresse:

O idioplasma é o único corpo que persiste através de todas as ontogênias e tem uma duração ilimitada; pois o idioplasma do último e mais altamente desenvolvido organismo é o idioplasma contínuo que continuou a crescer, desde o primeiro ser primitivo. (Nägeli, 1898, p. 121, *apud*, Robinson, 1979, p. 123)



Nägeli esclareceu que as micelas estavam organizadas de maneira específica no idioplasma, e que na matéria que as constituía estava presente *Anlagen*. Este *Anlagen* podia estar relacionado tanto a caracteres que iriam se desenvolver como aos caracteres que permaneceriam latentes no indivíduo. Haveria *Anlagen* completo e incompleto. No segundo caso, a tendência seria seu desaparecimento durante o processo evolutivo (Robinson, 1979, pp. 112-3). Nas próprias palavras de Nägeli:

Eu procurei formular uma hipótese sobre a natureza do *Anlagen* hereditário, que de acordo com os fatos fisiológicos reorganizados agora, parece possível sob todos os aspectos e, como espero, o primeiro passo, pode levar à solução do quebra-cabeça. O conhecimento científico de hoje pede a pressuposição incondicional de que o *Anlagen* hereditário deve estar baseado na natureza física e química da albumina [...]. (Nägeli, 1898, p. 23, *apud*, Robinson, 1979, pp.112-3)

Nägeli acreditava que havia inter-relações entre o idioplasma, a substância da hereditariedade, e o plasma nutritivo que afetavam o crescimento e desenvolvimento durante a ontogenia<sup>1</sup>, mas causas internas decorrentes de arranjos do idioplasma eram mais importantes (Robinson, 1979, p. 115).

Além disso, para ele, como o idioplasma estava presente em todas as células, a cada divisão celular ele seria capaz de se multiplicar, e uma mudança em características herdadas poderia ocorrer somente onde houvesse mudança no idioplasma. Ele assumiu que havia uma rede de idioplasma fina e invisível, composta de fileiras de micelas contendo *Anlagen*.

As características eram transmitidas e se apresentavam durante o processo de desenvolvimento do indivíduo sob certos arranjos e condições, mas não haveria uma miniatura desse organismo no idioplasma (Robinson, 1979, pp. 111-2).

Nägeli acreditava que uma teoria da herança deveria satisfazer a alguns requisitos como a necessidade de um substrato material feito

---

<sup>1</sup> A ontogenia (ou ontogênese) descreve a origem e o desenvolvimento de um organismo desde o ovo ou zigoto até sua forma adulta. Atualmente a ontogenia é estudada pela Biologia do desenvolvimento.

de elementos simples que, combinados, gerariam infinitas e complexas variações.

Ele assim se expressou:

Necessitamos, para entender herança, não um símbolo especial independente para cada diferença estipulada pelo espaço, tempo e condições, mas uma substância que, pela combinação de seus elementos presentes em número mais limitado, represente cada possível combinação de variações e através da permutação possa mudar em outra combinação da mesma. (Nägeli, 1898, p. 121, *apud*, Robinson, 1979, p. 73)

Weismann comentou que na obra *Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre*, de Nägeli, havia importantes sugestões (como o idioplasma), apesar de considerar que a hipótese de Nägeli não constituía uma verdadeira teoria da hereditariedade (Weismann, 1893, p. 10). Ele considerou seus conceitos de “tensão e movimento” e “influência dinâmica” vagos (Robinson, 1979, p. 119).

Já Hugo de Vries criticou Nägeli afirmando que sua teoria dizia pouco sobre o crescimento por assimilação e multiplicação dos portadores materiais da herança, dentre outros aspectos (De Vries, 1910, p. 59).

## 5 A PANGÊNESE INTRACELULAR DE HUGO DE VRIES

O médico e botânico Hugo de Vries propôs sua teoria da herança, a pangênese intracelular, em 1889 em sua obra *Intracellular Pangenesis (Pangênese intracelular)*. Nesta, ele procurou compatibilizar a hipótese da pangênese de Darwin com estudos citológicos da época (Martins, 2000a, p. 259). De Vries, que lecionava na Universidade de Amsterdã, propôs que unidades vitais menores que as células seriam responsáveis pela herança. Essas unidades seriam mais complexas em suas propriedades e relações do que as moléculas químicas das quais eram compostas (Robinson, 1979, p. 167).

De Vries tomou como ponto de partida a hipótese da pangênese de Darwin, porém discordava da suposição de que as gêmulas circulavam no organismo indo até os órgãos sexuais. Em sua teoria de pangênese intracelular, De Vries substituiu o termo *gêmulas* por *pangênes*. Ele assim se expressou:

Essa hipótese, entretanto, se torna uma *pangénesse intracelular*. Para as pequenas partículas, cada qual representante de uma característica hereditária, eu devo dar um novo nome e chamá-las *pangenes* porque com a designação “gêmula” associa-se a idéia de um transporte por todo o organismo. (De Vries, 1910, p. 7)

Conforme De Vries, os pangenes eram partículas não visíveis ao microscópio e estavam localizadas no interior do núcleo celular<sup>2</sup>. Nesse sentido, ele comentou:

Como o resultado mais importante da investigação celular das décadas precedentes, eu considero a teoria de que toda predisposição hereditária do organismo deve ser representada pelo núcleo da célula. (...) Do núcleo o material portador de características hereditárias é transportado para os outros órgãos do protoplasma. No núcleo eles estão geralmente inativos, nos outros órgãos do protoplasma eles podem se tornar ativos. No núcleo todas as características estão representadas, no protoplasma de cada célula, somente em número limitado. (De Vries, 1910, p. 7)

Durante a divisão celular os pangenes se multiplicavam, sendo responsáveis pelas características do novo organismo. Além dos pangenes que existiam no núcleo e que eram inativos, havia também pangenes ativos no citoplasma. Os pangenes podiam passar do núcleo para o citoplasma quando “houvesse a necessidade e manifestar suas propriedades específicas” (Martins, 2000a, p. 260). De Vries comentou:

Os núcleos são portadores das características hereditárias latentes. A fim de se tornarem ativas, a maior parte dessas características, pelo menos, deve passar do núcleo para os outros órgãos do protoplasma. (De Vries, 1910, p. 183)

Um aspecto importante da teoria de herança de De Vries era que os pangenes, apesar de serem independentes, podiam agrupar-se. Desse modo, as diferentes características seriam transmitidas inde-

---

<sup>2</sup> As primeiras observações citológicas referentes aos cromossomos de que se tem registro foram de Karl Wilhelm von Nägeli em 1842 e o seu comportamento foi descrito em detalhe por Walther Flemming em 1882. As primeiras sugestões sobre o papel dos cromossomos parecem ter sido de Wilhelm Roux.

pendentemente umas das outras. Através dessa hipótese, era possível explicar porque os híbridos apresentavam uma mistura das características de seus progenitores, a variação nas folhas de alguns vegetais etc (Martins, 2000a, p. 260).

Para De Vries os pangenes não representariam partes morfológicas do organismo, ou células, ou partes de células, mas características específicas individuais. Eles poderiam variar independentemente um do outro, sendo as unidades da vida (Stamhuis, Meijer, Zevenhuizen, 1999, p. 244).

No *Intracellular Pangenesis*, de Vries considerou que a química da época não podia explicar a herança, mas que no futuro poderia. Nesse sentido, comentou:

A química nos ensina que o protoplasma vivo, como qualquer outra substância, deve ser constituído de moléculas químicas e que uma explanação final do fenômeno da vida pode ser alcançada somente quando nós pudermos derivar os processos no protoplasma para o agrupamento de suas moléculas, e a composição do último de seus átomos. Nós estamos, ainda, muito longe desse ponto. (De Vries, 1910, p. 37)

Considerando também a importância do protoplasma, De Vries acrescentou: “O protoplasma, entretanto, é o portador da vida, e se distingue de todas as substâncias químicas por seu poder de assimilação e de reprodução” (De Vries, 1910, p. 40). Porém, consciente das limitações encontradas na época, ele prosseguiu:

Não é nem por considerações gerais nem por uma base experimental que nós podemos penetrar, até o presente momento, nas relações entre as qualidades das moléculas químicas do protoplasma e o fenômeno da hereditariedade. Isso pode, portanto, ser somente uma questão de tentar, por meio de hipóteses, a ter uma ideia dessas relações. (De Vries, 1910, p. 40)

Para De Vries, havia dois tipos de herança: uma flutuante – que resultaria da variação no número de pangenes associados a cada característica e outra resultante da aparição de novos tipos de pangenes, que seria capaz de formar novas espécies. Este seria o mecanismo responsável pelas “mutações” (De Vries, 1910, p. 260).

Em sua *teoria da mutação* ele afirmava que “novas espécies ou variedades poderiam ser formadas em um único passo (com saltos) a partir da espécie paterna, que continuaria existindo sem se modificar durante o processo” (Martins, 2000a, p. 259).

De Vries entendeu as “mutações” como mudanças nas características hereditárias, alegando que elas surgiriam provavelmente antes da formação das células germinativas (Stamhuis, Meijer, Zevenhuizen, 1999, p. 257).

De Vries interessou-se pelo trabalho de Francis Galton sobre a aplicação de métodos estatísticos. Isso porque a aproximação estatística ofereceu novas possibilidades de interpretação dos resultados sobre sua teoria da pangênese (Stamhuis, Meijer, Zevenhuizen, 1999, p. 257).

## **6 A TEORIA DA CONTINUIDADE DO PLASMA GERMINATIVO DE AUGUST WEISMANN**

As concepções de Weismann sobre herança sofreram mudanças com o passar dos anos. Em 1885, a partir dos estudos citológicos feitos por Edouard van Beneden, Oscar Hertwig, Strasburger e Herman Fol, dentre outros, e guiado por determinados pressupostos teóricos, Weismann chegou à conclusão de que o núcleo celular dos gametas era o responsável pela transmissão das características hereditárias. Mais tarde (a partir de 1892) desenvolveu uma teoria de hereditariedade bastante detalhada tratando do mecanismo microscópico dessa herança (Martins, 2003, p. 60). É sobre esta teoria que iremos tratar.

Entre a proposta da hipótese da pangênese de Darwin e a teoria do plasma germinativo de Weismann transcorreu um período de vinte e quatro anos. Diferentemente de Darwin, Weismann tinha conhecimento dos estudos citológicos da época, além de ter desenvolvido suas próprias investigações (Martins, 2000b, p. 280).

O modelo de herança de partículas proposto por August Weismann em 1892 na obra *Das Keimplasma. Eine theorie der Vererbung* (*O plasma germinativo: uma teoria da hereditariedade*)<sup>3</sup> considerava que o plas-

---

<sup>3</sup> Neste artigo foi utilizada a tradução para o inglês, conforme consta nas Referências.

ma germinativo (encontrado nos gametas) era completamente isolado do corpo do organismo que o carrega. A estrutura do corpo, o soma, seria construída de acordo com as informações presentes no plasma germinativo do indivíduo provenientes dos progenitores (Bowler, 1983, p. 251). Dessa forma, só seriam transmitidas aos descendentes as mudanças que ocorressem no plasma germinativo dos progenitores.

Quando passou a aceitar a continuidade do plasma germinativo, Weismann deixou de aceitar a herança de caracteres adquiridos. Isso ocorreu após a morte de Darwin, em 1883. Em 1885 Weismann concluiu que as características hereditárias eram transmitidas através do núcleo das células germinativas e o plasma germinativo seria completo e estruturado em vários níveis (Martins, 2003, p. 60).

Weismann tinha conhecimento das diversas teorias que envolviam partículas ao elaborar e propor a sua própria teoria, muitas vezes fazendo referência às outras propostas como a de Spencer e a de De Vries (Robinson, 1979, p. 170).

Dentre os níveis apresentados pelo protoplasma, alguns seriam microscópicos e outros sub-microscópicos. De acordo com Weismann, o protoplasma era:

Uma substância complexa que não é homogênea, mas que consiste em diferentes tipos de moléculas. Não há por isso molécula de protoplasma, mas temos que imaginar que mesmo em suas modificações mais simples, o protoplasma consiste invariavelmente em grupos de moléculas cada uma das quais compostas de diferentes tipos de moléculas químicas. Eu devo chamar essas unidades de “portadores da vitalidade” ou “bióforos” porque eles são as menores unidades que exibem a força vital primária, *viz.*, assimilação e metabolismo, crescimento e multiplicação por fissão. (Weismann, 1893, pp. 39-40)

O nível dos bióforos, o mais básico, constituído por conjuntos de moléculas capazes de crescer, multiplicar e assimilarem novas moléculas, seria responsável pela formação dos tecidos vivos. Toda matéria viva seria formada por bióforos de diversos tipos, então haveria vários tipos de células. O bióforo poderia conter milhares de moléculas arranjadas de formas diferentes (Martins, 2003, pp. 60-61). Weismann comentou:

Deve haver um grande número de bióforos de diferentes tipos, caso contrário eles não poderiam dar origem a tão grande variedade de células que existem no mundo orgânico. Nem é difícil inferir a possibilidade de um quase ilimitado número de diferentes tipos de bióforos de composição assumida. (Weismann, 1893, p. 43)

O conceito de bióforo de Weismann é semelhante ao de “pangenes” de De Vries, porém com algumas diferenças: enquanto De Vries admitia a existência de um pequeno número de pangenes básicos, Weismann admitia a existência de uma variedade praticamente ilimitada de bióforos. Weismann supunha que os bióforos não possuíam independência. Cada órgão e cada tecido manifestariam um conjunto de propriedades harmoniosas e não uma combinação ao acaso de características. Nesse sentido, os grupos de bióforos que determinam o conjunto de características de cada órgão ou tecido deveriam ser inseparáveis. Esse grupo indissolúvel é chamado de “determinante”. (Martins, 2003, p. 61).

Os determinantes seriam unidades de segundo nível e teriam os fatores para determinar uma célula, podendo se nutrir, crescer e dividir. Células iguais seriam formadas por determinantes iguais e seriam responsáveis, assim como os genes, pelas propriedades de tecidos e órgãos (Weismann, 1893, p. 61). Weismann explicou:

Eu devo designar as células ou grupos de células, as quais são independentemente variáveis do germe, em diante como “*partes hereditárias*” ou “*determinados*” e as partículas do plasma germinativo que as correspondem e determinam como “*partes determinam*” ou “*determinantes*”. (Weismann, 1893, p. 57)

Assim como os bióforos, os determinantes seriam submicroscópicos. Não seriam livres e independentes, e sim estruturados em unidades maiores, os “ids”. Um *id* já seria responsável pela formação de um indivíduo e as células germinativas conteriam muitos *ids* diferentes que teriam vindo dos ancestrais. Os *ids* se agrupariam em “idantes”, unidades maiores (associados aos cromossomos) (Martins, 2003, p. 61). Weismann usou o termo *ids* retomando o termo *idioplasma* de Nägeli. Os *ids* teriam qualidades diferentes das qualidades dos determinantes, sendo que as “propriedades vitais fundamentais – crescimento e multiplicação por divisão – deveriam ser atribuídas, entretan-

to, para o *id* como para todas as unidades vitais” (Weismann, 1893, p. 62).

De acordo com Robinson, ao apresentar suas ideias sobre plasma germinativo, Weismann se deu conta de que a evidência citológica deveria ser considerada. Assim, ele negou que o idioplasma se ramificasse como uma rede através do corpo, pois isso não seria possível se ele estivesse localizado no núcleo. Identificou a “substância nuclear determinante” com o idioplasma e o somatoplasma com o plasma nutritivo descrito por Nägeli (Robinson, 1979, p. 127).

O modelo proposto por Weismann “estava de acordo com algumas concepções citológicas da época, que interpretavam os cromossomos como algo semelhante a um colar de partículas de cromatina. As menores partículas de cromatina (os microssomos) corresponderiam aos *ids*” (Martins, 2003, pp. 61-2).

Weismann se deparou com alguns oponentes que não aceitaram as premissas de sua teoria: unidades materiais da substância hereditária, a primazia do núcleo da célula e o cromossomo como portador das características hereditárias. Devemos ressaltar que as observações da célula nessa época permitiam outras interpretações tais como: forças vitais mecânicas, de Amos Dolbear (1837-1910); matéria e movimento, de Ernst Haeckel (1834-1919); moléculas epigenéticas de Charles O. Whitman (1842-1910), dentre outras (Robinson, 1979, pp. 183-4). Pode-se dizer, no entanto, que a separação entre o plasma germinativo e somático e a negação da herança de caracteres adquiridos tiveram uma maior aceitação e foram incorporadas à ciência (Martins, 2003, p. 69).

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discussão desenvolvida neste trabalho permitiu conhecer um pouco sobre o contexto científico em que se desenvolveu a teoria das stirpes de Francis Galton, dentro de uma perspectiva diacrônica. Foi possível constatar que, a partir da segunda metade do século XIX, foram propostos vários modelos microscópicos com o intuito de explicar a herança. Nas propostas da década de 1860 (Spencer e Darwin) bem como na de Galton (1875) não pudemos perceber uma preocupação em estabelecer relações com evidências citológicas ou experimentais. Porém, nas propostas da década de 1880 (de Nägeli,



De Vries e Weismann) essa preocupação estava presente. Esse fato, em grande parte, está relacionado ao desenvolvimento que ocorreu na citologia e na embriologia na década de 1880, com a descoberta de novos corantes e fixadores e na microscopia com a produção de microscópios dotados de objetiva de imersão e maior poder de ampliação (Martins, 2011, p. 272).

A proposta de Galton se encontra na transição entre as da década de 1860 e as da década de 1880. Embora conferisse um tratamento estatístico às suas pesquisas, Galton não utilizou evidências citológicas para fundamentá-las (ver Polizello, 2011).

Foi interessante perceber que no início os modelos (de Spencer e Darwin) procuravam explicar a herança de caracteres adquiridos, uma ideia que foi perdendo sua força e sendo colocada em dúvida por Galton (ver, por exemplo, Polizello, 2011, p. 4). Spencer, Darwin e Galton procuravam explicar o que chamavam de atavismo. Outro ponto que chamou nossa atenção foi que, embora a proposta de Spencer tenha sido anterior à de Darwin, não foi ela que serviu de inspiração para as que se seguiram, como as de Galton e De Vries, mas sim a hipótese proposta por Darwin, conforme esses dois autores reconheceram. Talvez isso de deva mais ao impacto que teve a teoria de evolução darwiniana do que ao valor da própria hipótese da pangênese, já que Thomas Huxley, um dos mais fortes defensores da teoria evolutiva de Darwin, fez várias restrições à mesma, e os testes feitos por Galton trouxeram resultados contrários a alguns de seus pressupostos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOWLER, Peter. *Evolution: the history of an idea*. Los Angeles: University of California Press, 1983.
- BULMER, Michael. *Francis Galton: pioneer of heredity and biometry*. London: Johns Hopkins University Press, 2003.
- CASTANEDA, Luzia Aurélia. *As ideias pré mendelianas da herança e sua influência na teoria da evolução de Darwin*. Campinas, 1992. Tese (Doutorado em Ciências biológicas na área de Genética) – Departamento de Genética e Evolução, Universidade Estadual de Campinas.

- . Unidades fisiológicas de Herbert Spencer. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, **13**: 3-8, 1995.
- . Testando uma teoria de herança: Francis Galton e os experimentos com a pangênese, pp. 202-226, in: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria & BELTRAN, Maria Helena Roxo (eds.). *O laboratório, a oficina e o ateliê: a arte de fazer o artificial*. São Paulo: Educ/Fapesp, 2002.
- DARWIN, Charles Robert. *The variation of animals and plants under domestication*. London: John Hopkins Press, 1883.
- DE VRIES, Hugo. *Intracellular pangenesis*. Chicago: The Open Court Publishing Co., 1910.
- GALTON, Francis. Experiments in pangenesis by breeding from rabbits of a pure variety, into whose circulation blood taken from other varieties had previously been largely transfused. *Proceedings of the Royal Society* **19**: 393-410, 1871.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. *A teoria cromossômica da herança: proposta, fundamentação, crítica e aceitação*. Campinas, 1997. Tese (Doutorado em Ciências biológicas na área de Genética) - Departamento de Genética e Evolução, Universidade Estadual de Campinas.
- . Hugo de Vries y evolución: la teoría de la mutación. [Hugo de Vries and evolution: the mutation theory.], pp. 259-266, in: GARCÍA, Pío; MENNA, Sergio H.; RODRÍGUEZ, Víctor (eds.). *Epistemología e Historia de la Ciencia. Selección de Trabajos de las X Jornadas*. Facultad de Filosofía y Humanidades. Vol. 6. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, 2000a.
- . Alguns aspectos da teoria de evolução de August Weismann. Pp. 279-284, in: GOLDFARB, José Luiz; FERRAZ, Márcia H. M. (orgs.). *Anais. VII Seminário de História da Ciência e Tecnologia*. São Paulo: EDUSP, 2000b.
- . August Weismann e a evolução: os diferentes níveis de seleção. *Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência [série 2]* **1**: 53-74, 2003.
- . Herbert Spencer e o neolamarckismo: um estudo de caso, pp. 281- 289, in: MARTINS, Roberto de A.; MARTINS, Lilian A.-C. P.; SILVA, Cibelle Celestino; MESQUITA, Juliana Hidalgo

- (orgs.). *Filosofia e História da Ciência no Cone Sul. 3º Encontro*. Campinas: AFHIC, 2008.
- . O papel do núcleo na herança (1870-1900), um estudo de caso: a teoria dos idioblastos de O. Hertwig. *Filosofia e História da Biologia*, **6** (2): 269-290, 2011.
- MAYR, Ernst. *The growth of biological thought*. London: Belknap Harvard, 1982.
- POLIZELLO, Andreza. *Os modelos microscópicos de herança no século XIX: a teoria das estirpes de Francis Dalton*. São Paulo, 2009. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Programa de Estudos Pós Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- . O desenvolvimento das ideias de herança de Francis Galton. *Filosofia e História da Biologia*, **6** (1): 1-17, 2011.
- ROBINSON, Gloria. *A prelude to genetics, theories of a material substance of heredity: Darwin to Weismann*. Lawrence: Coronado Press, 1979.
- STAMHUIS, Ida H.; MEIJER, O. G.; ZEVENHUIZEN, E. J. . “Hugo de Vries on heredity, 1889-1903 statistics, Mendelian laws, pangenes, mutations”. *Isis*, **90**: 238-267, 1999.
- WEISMANN, August. *Germ plasm: a theory of heredity*. New York: Charles Scribner’s Sons, 1893.

**Data de submissão:** 20/10/2012.

**Aprovado para publicação:** 26/11/2012.