

Weldon, Pearson, Bateson e a controvérsia mendeliano-biometricista: uma disputa entre evolucionistas

Weldon, Pearson, Bateson and the biometric-Mendelian controversy: a dispute between evolutionists

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins¹
lacpm@uol.com.br

RESUMO: O objetivo deste artigo é discutir uma controvérsia que ocorreu na Grã-Bretanha no período compreendido entre 1902 e 1906 a respeito de teorias sobre hereditariedade. Os principais personagens envolvidos foram, por um lado, o biólogo Walter Frank Raphael Weldon (1860-1906) e o matemático Karl Pearson (1857-1936) e, por outro, o naturalista William Bateson (1861-1926). A discussão se desenvolveu em revistas científicas, num livro e em cartas, bem como em encontros científicos. Este estudo levou à conclusão de que as raízes da discussão já estavam presentes em situações anteriores envolvendo os participantes, tais como a controvérsia da *Cineraria*, por exemplo. Além disso, afora as diferenças conceituais e metodológicas, houve outros fatores que contribuíram para o prolongamento da discordância, como a luta pela autoridade no campo da evolução.

Palavras-chave: história da evolução, mendelianos, biometricistas, Bateson, William, Weldon, Walter Frank Raphael, Pearson, Karl.

ABSTRACT: This paper discusses a controversy that took place in Great Britain from 1902 to 1906 concerning hereditary theories. The main actors involved were, on the one side, the biologist, Walter Frank Raphael Weldon (1860-1906) and the mathematician, Karl Pearson (1857-1936) and, on the other, the naturalist, William Bateson (1861-1926). The discussion was carried out in scientific journals, a book and letters, as well as in scientific meetings. The paper shows that the roots of the debate were already present in previous discussions in which the participants were involved, such as the *Cineraria* controversy. Furthermore, besides conceptual and methodological differences there were also other factors that helped to prolong the disagreement, such as the struggle for authority in the field of evolution.

Key words: history of evolution, Mendelians, Biometricians, Bateson, William, Weldon, Walter Frank, Pearson, Karl.

¹ Professora do Programa de Estudos Pós-Graduados em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP); Pesquisadora do Grupo de História e Teoria da Ciência, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); Pesquisadora do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Introdução

Este artigo discutirá uma controvérsia que ocorreu na Grã-Bretanha particularmente entre 1902 e 1906: a chamada controvérsia mendeliano-biometricista². Entretanto, nossa análise não se restringirá a esse período. Em alguns momentos voltaremos um pouco no tempo para apresentar ao leitor algumas informações pertinentes e discutir alguns episódios anteriores que envolveram nossos personagens, que consideramos terem contribuído para a controvérsia em si.

Embora nas últimas três décadas existam diversos estudos historiográficos tratando direta ou indiretamente desta disputa, a maioria fornece poucos dados históricos que ofereçam ao leitor subsídios para que ele possa seguir a análise mais proximamente. Consideramos que vale a pena revisita-la para recuperar alguns aspectos importantes. Conforme apontou William Provine, além das conseqüências pessoais como a quebra de amizades, ela teve conseqüências científicas que merecem ser lembradas tais como o retardamento do desenvolvimento da genética de populações (Provine, 2001, p. 64).

Seus principais protagonistas foram, por um lado, o naturalista William Bateson (1861-1926) e, por outro, o biólogo Walter Frank Raphael Weldon (1860-1906) e o matemático e estatístico Karl Pearson (1857-1936). A acirrada discussão pública se deu em periódicos e num livro escrito na época, em reuniões científicas como da *British Society for the Advancement of Science*, além de estar registrada na correspondência dos autores nela envolvidos.

No período considerado neste trabalho, estudiosos de diferentes países estavam preocupados com a questão da origem das espécies. Eles queriam obter esclarecimentos acerca de como ocorriam as variações, qual o tipo de variação que seria mais relevante para o processo evolutivo e de que modo elas seriam preservadas. Além disso, desejavam testar a eficácia da seleção natural. Partindo da contribuição de Darwin e de suas sugestões de estudos que poderiam trazer mais esclarecimentos sobre a origem das espécies, adotaram diferentes linhas de investigação, muitas vezes introduzindo novas metodologias.

Um aspecto interessante que merece ser considerado é que grande parte desses estudiosos, cujas visões sobre evolução e hereditariedade muitas vezes diferiam entre si, considerava-se como sendo seguidora de Darwin e valorizava sua contribuição. As partes envolvidas na controvérsia se encaixam dentro desta categoria, já que se referiam à contribuição darwiniana com respeito, o que entre outros aspectos nos leva a considerá-los darwinistas (ver um esclarecimento sobre o conceito de Darwinismo em Martins, 2006a).

Weldon e Bateson eram inicialmente amigos bastante próximos, como atesta sua correspondência da década de 1880. Ambos eram oriundos de famílias de comerciantes, sendo que o pai de Bateson era *Master* do *St. John's College* em Cambridge, onde os dois estudaram. Começaram juntos suas investigações sobre as relações filogenéticas, seguindo a tradição morfológica sob a orientação do embriologista Frank Balfour, antigo aluno de Michael Foster, que além de preocupar-se em reconstruir as árvores filogenéticas interessava-se em saber como a seleção natural teria modificado um tipo particular de embrião (Ridley, 1986, p. 43-44; Martins, 1997, p. 4). Além disso, ambos visitaram a Estação Zoológica de Nápoles e interagiram com o naturalista William Keith Brooks. Foi a partir de uma sugestão de Weldon que Bateson dedicou-se ao estudo do *Balanoglossus*. Até a publicação dos trabalhos de Bateson, a teoria da descendência dos vertebrados a partir do

² Este estudo mostrará que a controvérsia aqui discutida envolveu também estudiosos de outros países.

Balanoglossus fazia parte da especulação evolucionária (Russell, 1916, p. 285-286). Os resultados obtidos pelo naturalista britânico convenceram boa parte da comunidade científica da época de que este animal era o elo de ligação entre os invertebrados e os vertebrados, embora ele próprio não tivesse encontrado as respostas que buscava (Haldane, 1926, p. 713; Martins, 1999, p. 72). Após a morte prematura de Balfour, Bateson e Weldon trilharam caminhos diferentes. Bateson dedicou-se ao estudo da variação de animais que viviam nos lagos salgados da Ásia ocidental e, a seguir, à coleta de fatos sobre variação em animais e vegetais, sua interpretação e agrupamento. A descrição desses fatos aparece no livro *Materials for the study of variation treated with special regard to discontinuity in the origin of species* (1894). Posteriormente adotou a linha de investigação dos antigos hibridistas, lidando com cruzamentos que envolviam principalmente características descontínuas. Weldon dedicou-se inicialmente aos estudos da fauna marinha e depois adotou um tratamento estatístico em suas pesquisas, lidando com características que eram herdadas principalmente de modo contínuo. Entretanto, as diferenças entre os dois não se restringiram a isso.

Weldon logo obteve posições acadêmicas relevantes: inicialmente em Londres, no *University College* (1890-1899), na cátedra Jodrell, onde sucedeu a Ray Lankester, e depois em Oxford (1900-1906) lecionando anatomia na cátedra Linacre. No período em que permaneceu em Londres, Weldon conviveu proximamente com Karl Pearson³, que desde 1884 ocupava a cadeira de Matemática aplicada e Mecânica no *University College* em Londres, de quem se tornou parceiro e amigo e com quem aprimorou seus conhecimentos de matemática e estatística. A amizade e colaboração continuaram no período em que ele se mudou para Oxford. Preocupando-se em conferir uma exatidão quantitativa aos conceitos biológicos, Weldon publicou seu primeiro trabalho sobre a variação no camarão *Crangon vulgaris*. Foi nele que calculou os primeiros coeficientes de correlação orgânica, ou seja, medidas numéricas do grau de inter-relação entre dois órgãos ou caracteres de um mesmo indivíduo (Pearson, 1906, p. 15; 17; 29). Bateson, ao contrário de Weldon, demorou bastante tempo para ocupar uma posição acadêmica na Universidade de Cambridge (lente de Zoologia em 1907). Somente em 1908, graças à doação de um membro daquela Universidade, foi criada a cadeira de Biologia que foi oferecida a Bateson (Harvey, 1995, p. 105); portanto, isso só ocorreu após a morte de Weldon. Até então Bateson tinha desenvolvido suas pesquisas e orientações principalmente com o auxílio de bolsas de estudo de diversos tipos e doações.

De acordo com Pearson, em dezembro de 1893 ocorreu uma discussão informal, no *Savile Club* entre Meldola, Francis Galton e Weldon sobre a criação de um comitê e seus propósitos. A idéia foi apoiada por Francis Darwin, Macalister e Poulton, que concordaram em submetê-la à *Royal Society*, sugerindo a criação de um comitê para conduzir “pesquisas estatísticas sobre características mensuráveis em plantas e animais” (“Committee for conducting statistical inquiries into measurable characteristics of plants and animals”)⁴. A proposta foi aceita, e o primeiro encontro ocorreu em janeiro de 1894. Neste período, Weldon estava trabalhando com variação e correlação em camarões e caranguejos e interessou-se em testar os efeitos da seleção sobre a taxa de mortalidade dos caranguejos, estando em constante contato não só com Pearson, mas também com Francis Galton. O nome do comitê

³ A formação de Pearson incluía estudos de Matemática no *King's College* em Cambridge e estudos de Física e Metafísica na Alemanha (Provine, 2001, p. 26).

⁴ Pearson chamou a atenção para o fato de que o uso das palavras *estatísticas* (“statistical”) e *mensuráveis* (“measurable”) definia as pesquisas propostas pelo comitê. Entretanto, de acordo com o matemático britânico, na época Weldon desejava uma teoria matemática completa que explicasse a seleção natural, e o comitê não contava com um matemático que pudesse desenvolvê-la (Pearson, 1906, p. 23-24).

permaneceu até 1897, quando se adicionou “acurada investigação da variação, hereditariedade, seleção e outros fenômenos relacionados à evolução” (“accurate investigation of variation, heredity, selection and other phenomena relating to evolution”), o que ampliou sua abrangência. Esta mudança coincidiu com a entrada de novos membros: William Bateson, S. H. Burbury, F. D. Godman, W. Heap, E. R. Lankester, M. Masters e Karl Pearson (Pearson, 1906, p. 22-23). A entrada de novos membros que adotavam diferentes enfoques em sua pesquisa foi bem vinda por Galton, que mantinha uma boa relação com seus membros, mas as diferenças acabaram pesando, e em 1900 Pearson e Weldon deixaram o comitê.

A criação deste comitê foi importante, porque propiciava um foro de discussão para problemas científicos específicos, sendo que os resultados dos estudos efetuados eram inicialmente publicados nos periódicos da *Royal Society*, além de outros, e posteriormente através de um veículo específico: os *Reports to the Evolution Committee of the Royal Society*.

As primeiras discordâncias entre Weldon e Bateson

Exatamente no ano da criação do comitê que mencionamos acima (1894), Bateson publicou o *Materials for the study of variation*, onde apresentou uma série de exemplos do que considerava como sendo variações descontínuas, justamente o tipo de variação a que Darwin atribuía pouca importância no processo evolutivo e que chamou de *sports*. Embora não negasse o papel da seleção natural e nem a existência das variações contínuas (as mais relevantes para Darwin), nos casos que mencionou a atuação deste princípio era mais restrita. Apesar de ter recebido uma resenha crítica favorável por parte de Galton (1894), Weldon publicou outra onde fazia restrições a alguns aspectos de sua obra (Weldon, 1894). Allan Cock considera que esta segunda foi o estopim da controvérsia entre eles (Cock, 1973, p. 4; Martins, 2005, p. 502).

As críticas de Weldon se referiam principalmente à imprecisão de alguns conceitos empregados por Bateson, como o de “descontinuidade”, à falta de cuidado em relação aos comentários feitos sobre os fatos catalogados e à inadequação da metodologia adotada por Bateson em sua pesquisa (Weldon, 1894, p. 503).

O tom de cordialidade transparece na correspondência entre os dois autores na época, apesar das dificuldades de Weldon em entender alguns dos conceitos empregados por Bateson: “No presente eu não compreendo bem o que você quer dizer com *descontinuidade*, com regressão, e com oscilação da posição de estabilidade orgânica” (carta de Weldon para Bateson, CUL Add. 8634, B13⁵); “Eu li sobre os dentes para seguir seu capítulo e sou ainda completamente incapaz de entender seu caso de ‘descontinuidade’” (carta de Weldon para Bateson, 18/3/1894, CUL Add. 8634, B13). Sobre regressão, ele escreveu: “[...] Sobre ‘regressão’, [...] eu não posso conceber que caracteres ‘que não se misturam’ se tornem independentes do fenômeno da regressão”; “Uma razão pela qual eu fiz tão pouco trabalho mais tarde é que me pus a aprender o suficiente de Matemática para ler Probabilidade seriamente: e eu penso entender ‘regressão’ na medida que as variações normais são consideradas”; “Você poderia durante as duas próximas semanas vir até aqui algum sábado e ficar até o domingo?” (carta de Weldon para Bateson, 18/3/1894, CUL Add. 8634, B13).

⁵ A sigla CUL (*Cambridge University Library*) se refere aos documentos que se encontram na Seção de manuscritos da Biblioteca da Universidade de Cambridge. Add. 8634 é o código da coleção, e o que se segue é sua classificação.

No ano seguinte, Weldon (1895a) publicou com o apoio do *Committee [...] for conducting statistical inquiries*, nos *Proceedings of the Royal Society*, um trabalho onde aplicava o método biométrico sobre as taxas de mortalidade em caranguejos. Os resultados obtidos neste trabalho levaram-no a concluir que a seleção natural poderia operar sobre as variações pequenas, aparentemente insignificantes e que não havia necessidade de postular grandes saltos ou variações descontínuas como tinha sido sugerido por Galton (1889) e por Bateson no *Materials for the study of variation* (1894).

De abril a junho de 1895 ocorreu um outro episódio que envolveu inicialmente o Diretor do *Kew Royal Garden*, William Turner Thiselton-Dyer e William Bateson e depois Weldon. Este episódio teve como palco a seção *Letters to the Editor* da revista *Nature*. O motivo da discussão foi a declaração feita por Dyer em uma reunião da *Royal Society* em 28/2/1895, onde ele exibiu dois exemplares de *Cineraria*. Um deles tinha sido cultivado em Kew e o outro era proveniente das Ilhas Canárias. Segundo ele, o exemplar de Kew teria se originado a partir da *Cineraria cruenta*, original das Ilhas Canárias, através de um processo lento e gradual, pelo acúmulo de pequenas modificações sobre as quais havia atuado a seleção artificial, conclusão que repetiu em um artigo publicado nas *Letters to the Editor* em março, baseando-se no trabalho de Rolfe (1888; Thiselton-Dyer, 1895). Em abril do mesmo ano, Bateson, na mesma seção, comentou que havia vários relatos encontrados em publicações sobre horticultura que defendiam que as *Cinerarias* cultivadas eram híbridos resultantes do cruzamento de várias espécies de *Cineraria* (Bateson, 1895). Cada autor manteve sua posição, apresentando argumentos, até que em maio Weldon entrou na discussão afirmando que Bateson “havia omitido algumas passagens em seu relato, o que tornava o caso inconsistente” (Weldon, 1895b, p. 54), além de fazer outras críticas. Bateson se aborreceu com Weldon, o que deixou claro através de cartas a ele dirigidas. Weldon acabou se retratando na revista e depois por carta dirigida a Bateson. Nessa discussão, foi possível perceber a posição de Dyer favorável à seleção natural como o principal meio de variação das espécies, ao processo evolutivo lento e gradual, conferindo uma maior relevância às variações contínuas e pouca importância às descontínuas (*sports*), valorização do método empregado por Weldon e crítica implícita ao método empregado por Bateson no *Materials*. Ambos os lados acreditavam estar seguindo as recomendações de Darwin e acusavam o outro de não estar procedendo da mesma forma (para mais detalhes, ver Martins, 2006a). Consideramos que o distanciamento entre Weldon e Bateson começou a se aprofundar aqui, nesta controvérsia, mesmo após as tentativas de conciliação, porque, além de aspectos científicos, envolvia aspectos morais: a ocultação deliberada de informações relevantes (ver Martins, 2006b, p. 397), ao contrário daquelas contidas na resenha crítica do *Materials*.

O início das divergências entre Pearson e Bateson

A relação entre Bateson e Pearson era a princípio cordial, o que é mostrado pela correspondência entre eles, onde discutiam vários assuntos científicos (ver, por exemplo, carta de Pearson para Bateson, 12/10/1901, CUL Add. 8634, C18). A situação começou a modificar-se a partir da controvérsia da homotipose (1901-1902), que envolveu a ambos e se deu principalmente nas páginas dos *Proceedings of the Royal Society* e de *Biometrika*. Tudo começou quando Pearson apresentou na *Royal Society* a forma resumida de um artigo e Bateson foi designado como um dos pareceristas que deveria avaliá-lo. Ao distribuir entre os outros pareceristas seus comentários sob a forma de um artigo, antes que Pearson apresentasse o artigo em sua forma completa, Bateson desagradou a Pearson, embora os outros

membros do comitê não tivessem visto a situação sob este prisma. Apesar do empenho de Bateson em retardar seu artigo até a publicação do artigo completo de Pearson e do pedido de desculpas por carta, Pearson continuou aborrecido. Este fato contribuiu para que Pearson se empenhasse na criação da revista *Biometrika*.

Sob o ponto de vista científico, na forma resumida do artigo, Pearson e seus colaboradores defendiam que a hereditariedade era um caso especial da *homotipose* (Pearson *et al.*, 1901). A homotipose seria o princípio através do qual os *homotipos* (partes do corpo como escamas, glóbulos sangüíneos, pétalas das flores, gametas) estariam relacionados. No caso, os gametas, de modo análogo aos outros homotipos, seriam indiferenciados. Tais homotipos, que nunca são exatamente iguais, estariam correlacionados. Pearson e colaboradores desejavam averiguar se havia um maior grau de semelhança entre os homotipos de um mesmo indivíduo ou entre os homotipos de indivíduos diferentes. Além disso, queriam esclarecer se os homotipos de um indivíduo são uma amostra dos homotipos da raça (Pearson *et al.*, 1901, p. 1). Acabaram concluindo que havia uma relação entre a semelhança quantitativa entre descendentes dos mesmos progenitores e dos órgãos indiferenciados semelhantes no indivíduo, como o óvulo e o espermatozóide, por exemplo. Assim, a herança não seria um aspecto peculiar das células reprodutivas. Um sapo, por exemplo, se diferenciaria de outro por possuir glóbulos sangüíneos mais ou menos semelhantes e mais ou menos dissemelhantes de outro sapo. De acordo com essa visão, a variabilidade não seria uma peculiaridade da reprodução sexual, mas sim da produção de órgãos indiferenciados semelhantes no indivíduo (Pearson, 1901a, p. 288).

No artigo que publicou com seus comentários sobre o trabalho de Pearson, Bateson explicou que valorizava a contribuição feita pelos biometricistas nos últimos anos, mas apontou alguns problemas na proposta de Pearson, tais como a ausência de distinção teórica entre diferenciação e variação em um indivíduo ou população e a desconsideração da importância das variações contínuas e descontínuas na análise. Além disso, apesar de todo o esforço do autor, um exame cuidadoso do conteúdo do artigo diante dos fatos conhecidos suscitava sérias dúvidas se “o que Pearson chamava de homotipose média de partes semelhantes indiferenciadas” podia ser obtido pela observação e se o valor encontrado teria um significado natural (Bateson, 1901, p. 404). O naturalista britânico considerava ainda que a tentativa de comparação de homotipose média de “partes semelhantes indiferenciadas” e o valor médio da correlação fraternal nas famílias havia sido incorretamente instituída (Bateson, 1901, p. 404; Martins, 2007, seção 3).

Em sua réplica, Pearson encarou os comentários de Bateson como um ataque direto ou indireto a “todo o trabalho feito pela escola biometricista publicado nos últimos dez anos pela *Royal Society* com a recomendação e aprovação de seu *Zoological Committee*” (Pearson, 1901b, p. 321). Assim, os biólogos que faziam parte do *Committee*, ao permitir e apoiar a publicação de Bateson, estavam participando da controvérsia e, por isso, era à escola de biólogos que ele estava se dirigindo (Pearson, 1901b, p. 320). Enfatizou que os biometricistas precisavam convencer os biólogos de que “seus métodos eram os *únicos* lógicos, não para resolver todos os problemas, mas certamente muitos problemas sobre a evolução da vida” (Pearson, 1901b, p. 321). Criticou a falta de precisão de diversos conceitos empregados por Bateson (variação, descontinuidade e diferenciação), estendendo a crítica aos biólogos em geral. Criticou particular e diretamente a descontinuidade das variações, a falta de conhecimento matemático de Bateson e, indiretamente, o livro *Material for the study of variation*. Além disso, deu uma “receita” de como Bateson deveria proceder em sua pesquisa, ou seja, biometricamente (ver Martins, 2007, seção 5).

O início da controvérsia mendeliano-biometricista

Consideramos que a controvérsia mendeliano-biometricista se iniciou aqui, porque foi a partir do artigo publicado por Weldon em *Biometrika* (Weldon, 1902a) que entraram em discussão a proposta e a metodologia empregadas por Mendel, bem como a interpretação e modificações acrescentadas por Bateson. Foi o conteúdo deste artigo que motivou Bateson a elaborar sua resposta, que ocupou 104 das 212 páginas do livro intitulado *Mendel's principles. A defence*, conforme ele próprio explicou no prefácio:

O próximo passo é primeiro defender Mendel do Professor Weldon. O que pode ser feito somente seguindo crítica por crítica, afirmação por afirmação, indicando exatamente onde ele errou, o que ele interpretou mal, o que omitiu, onde introduziu erro [...] (Bateson, 1902, p. viii).

Quais seriam as críticas feitas por Weldon no artigo "Mendel's laws of alternative inheritance in peas" (Weldon, 1902a), onde o autor se propunha a fazer a rerepresentação dos princípios e resultados de Mendel, que teriam levado Bateson a dedicar tanto tempo e energia para elaborar uma resposta? Estavam dirigidas ao trabalho de Mendel em si ou à interpretação de Bateson? Bateson recebeu em 8 de fevereiro de 1902 o artigo cujo resumo continha a conclusão de Weldon, que reproduziu no livro e aparece logo abaixo:

A partir do estudo de outros observadores e a partir do exame do grupo de híbridos de ervilha "Telophane", a conclusão tirada é que os resultados de Mendel não justificam qualquer afirmação geral sobre a herança em híbridos de ervilha. Alguns poucos casos surpreendentes de híbridos de plantas e animais são citados para mostrar que os resultados de cruzamentos não podem ser preditos a partir do conhecimento de caracteres de dois progenitores, como Mendel e seus seguidores sugerem sem o conhecimento de sua ancestralidade mais remota (Weldon, in Bateson, 1902, p. 107).

Com certeza esta conclusão incomodou bastante Bateson, pois, como explicou mais adiante, temia os efeitos das afirmações de Weldon sobre os estudantes jovens: que eles considerassem que a contribuição de Mendel não tinha uma base sólida (Bateson, 1902, p. 108). É importante lembrar que Weldon era um Professor (ou seja, o catedrático), respeitado academicamente enquanto Bateson não ocupava nenhuma posição acadêmica. A crítica que aparece no resumo do artigo – a negligência da ancestralidade – foi dirigida ao trabalho de Mendel e está presente em diversos pontos no artigo, tais como: "Mendel não leva em conta o efeito da diferença de ancestralidade, mas considera que a ervilha de semente amarela cruzada com alguma ervilha de semente verde irá se comportar de uma maneira definida, quaisquer que possam ser as ancestralidades das sementes amarelas e verdes" (Weldon, 1902a, p. 241). "Todo trabalho que está baseado no método de Mendel está viciado por um erro fundamental, a saber, a negligência da ancestralidade" (Weldon, 1902a, p. 252). Outra crítica à proposta de Mendel se refere à idéia de herança por partículas (Weldon, 1902a, p. 228). Além dessas, são mencionados os resultados contraditórios e as descrições vagas das características consideradas nas ervilhas (Weldon, 1902a, p. 245); a negligência da ascendência; as "leis" da segregação e dominância (Martins, 2005, p. 503). Weldon acrescentou, depois de fazer várias críticas: "Estou procurando resumir as evidências sobre as quais repousa minha opinião, não quero menosprezar a importância da conquista de Mendel. Dese-

jo simplesmente chamar a atenção para uma série de fatos que parecem sugerir linhas de pesquisa frutíferas” (Weldon, 1902a, p. 235). Ele criticou também as “leis da dominância e segregação” que não se aplicavam a alguns casos como nas ervilhas *Telophane* (Weldon, 1902a, p. 250). Cremos que esta última crítica é injusta, pois nem Mendel nem Bateson se referiram à lei da dominância ou consideraram que o princípio da segregação era uma lei que se aplicava a todos os casos. Bateson sempre trabalhou e valorizou as exceções que inclusive apresentou no livro (Bateson, 1902, p. 131-137) e em outros trabalhos. Por outro lado, o norte-americano William Castle, outro mendeliano, frisou: “A lei da dominância não é de aplicabilidade universal; Mendel não declarou isso, embora alguns de seus críticos tenham interpretado assim. Em muitos casos, os descendentes híbridos possuem um caráter intermediário entre aquele dos pais. Mendel encontrou isso ao cruzar variedades de ervilhas cujos pesos eram diferentes” (Castle, 1903a, p. 397).

Quanto à negligência da ancestralidade, Bateson explicou que, ao afirmar que as células germinativas dos híbridos eram puras, Mendel não quis dizer que fossem mais puras do que aquelas das raças de seus próprios progenitores (Bateson, 1902, p. 504). Castle também esclareceu este aspecto:

Nenhum animal ou planta é puro simplesmente porque descende de uma longa linhagem de ancestrais que possuem um desejada combinação de caracteres; mas qualquer animal ou planta é puro se produz gametas de apenas um tipo, mesmo que seus avós possam ter possuído *caracteres opostos*. A existência da pureza pode ser estabelecida com certeza somente a partir de testes de cruzamentos adequados (especialmente pelo cruzamento com recessivos), mas pode ser seguramente assumido para qualquer animal ou planta que sejam descendentes de progenitores que se pareçam um com o outro e que, através de cruzamentos, sejam mostrados serem puros (Castle, 1903a, p. 402).

Aqui ele estava respondendo a Weldon, cujo artigo (Weldon, 1902a) aparece em sua bibliografia final. Em relação à lei da segregação, além dos casos apresentados por Bateson de caracteres que eram herdados vinculados (*coupling*), Castle indicou exemplos em *Datura*, onde a cor púrpura do caule estava associada com a cor azul das flores; em camundongos, coelhos e outros mamíferos, olhos cor-de-rosa e pelos brancos eram herdados juntos (Castle, 1903a, p. 403). Ele explicou mais adiante: “A aceitação dos princípios da hereditariedade de Mendel como corretos leva a encarar a variação descontínua (ou *sport*) como da mais alta importância para produzir o polimorfismo da espécie e, a longo prazo, a formação de novas espécies” (Castle, 1903a, p. 404). Mais para a frente, ele reforçou o que Bateson já afirmara anteriormente em outros trabalhos, como o *Materials*, por exemplo: que mesmo casos de variação contínua podiam ser enquadrados dentro dos princípios mendelianos (Castle, 1903a, p. 404), embora admitisse que “os princípios de Mendel reforçam a visão de que espécies surgem a partir da variação descontínua” (Castle, 1903a, p. 405).

De acordo com Bateson, a “Lei de Mendel” poderia explicar casos que não eram explicados pela “Lei da herança ancestral” de Galton⁶ que havia sido modificada por Pearson, casos esses que apontavam para uma nova concepção fisiológica da hereditariedade, mas talvez isso fosse difícil de aceitar para alguém que defen-

⁶ A partir de seus estudos sobre a herança de pelagem em Basset-hounds, Galton enunciou a “lei da herança ancestral” que admitia que os pais contribuíam com a metade da herança dos descendentes, (0,5); os avós com 1/4 (0,5)², os bisavós com 1/8 (0,5)³, e assim por diante. Assim, a soma das contribuições dos ancestrais poderia ser representada pela série: (0,5)+(0,5)²+(0,5)³, sendo que o total que representava toda a herança corresponderia a 1 (Galton, 1897, p. 402).

desse radicalmente a primeira (Bateson, 1902, p. 105). Porém, já nessa época ele considerou a possibilidade de que fatos que não eram explicados pela lei de Galton poderiam sê-lo pela lei de Mendel, mas que isso teria que ser testado (Bateson, 1902, p. 105).

Nesse ponto parece que Bateson tinha razão, pois em um artigo que Weldon publicara no mesmo ano e no mesmo volume (Weldon, 1902c), ao se referir à teoria proposta por Hugo De Vries, que admitia o surgimento de espécies de modo brusco, comentou que os estudos feitos por Pearson em relação à seleção artificial estavam de acordo “com o pouco que se conhecia da história das raças domésticas de animais e plantas”, indicando que a regressão ocorria conforme o que era mostrado pela lei da hereditariedade ancestral, mas excluía a “mutação” no sentido de De Vries. Em suas próprias palavras: “excluem completamente qualquer forma notável de regressão que o Professor De Vries descreve e não demonstram a ‘mutação’ de seus descendentes” (Weldon, 1902c, p. 373).

Weldon indicou o que considerava ser uma enorme dificuldade: conciliar os resultados obtidos nos experimentos de De Vries em que novas raças tinham sido estabelecidas em poucos anos com a teoria de Darwin da Seleção Natural como era entendida normalmente, ou seja, por operação necessariamente lenta (Weldon, 1902c, p. 373). E terminou este artigo afirmando explicitamente que Bateson e De Vries não haviam entendido os resultados obtidos por Pearson bem como sua metodologia, mas quando isso ocorresse mudariam até seus conceitos, terminologia e metodologia:

Eu estou confiante de que, quando estes resultados forem melhor entendidos no presente, alguns naturalistas, tais como o Professor De Vries e o Sr. Bateson, irão abandonar suas tentativas para distinguir entre “variações” e “mutações”, ou entre variações “normais” e “diferenciais”. Estas tentativas parecem sempre se basear em uma relação imaginária entre o fenômeno da “regressão” e a estabilidade do caráter específico médio em uma série de gerações que um pouco de conhecimento da teoria estatística de regressão mostrará ser totalmente infundada (Weldon, 1902c, p. 374).

Para Bateson, as críticas de Weldon que apareciam no artigo eram em sua maior parte “sem fundamento e irrelevantes” e “a causa do debate não era Mendel” (Bateson, 1902, p. 108). Bateson chamou a atenção para a importância dos estudos sobre hibridismo e das evidências obtidas nos cruzamentos experimentais, fato que havia sido apontado pelo próprio Darwin no *Animals and plants under domestication* (Bateson, 1902, p. 113). Acrescentou que Weldon provavelmente não havia feito nenhum experimento com ervilhas, embora estivesse discutindo sobre eles (Bateson, 1902, p. 119).

Após o aparecimento do livro *Mendel's principles*, Weldon publicou a segunda parte de seu artigo (Weldon, 1902b) onde, já no primeiro parágrafo, esclareceu que não havia nenhuma razão para modificar as afirmações que havia feito na primeira parte do artigo (Weldon, 1902b, p. 44). Entre suas críticas estavam: a confusão entre semelhança de uma raça e semelhança de um indivíduo, presentes na interpretação que Bateson fez do trabalho de Mendel. Em um dos *Reports to the Evolution Committee* (Bateson e Saunders, 1902), os dois autores tinham confundido as categorias mendelianas, como no caso dos resultados de *Datura* (Weldon, 1902b, p. 46). A descrição feita da dominância na primeira geração de híbridos, bem como nas seguintes, suscitava dificuldades enormes (Weldon, 1902b, p. 54). Percebe-se que, neste segundo artigo, Weldon estava criticando principalmente a interpretação da contribuição de Mendel feita por Bateson e colaboradores, neste caso Edith Saunders, embora também fizesse restrições a Mendel, como a enfatizada no trecho abaixo:

Eu, portanto, me proponho, conforme a possibilidade, descrever a variabilidade das raças que eu possa obter, entre as que se diz obedecerem às leis de Mendel, e considerar

até que ponto as afirmações feitas sobre elas são afetadas pelo emprego do **sistema de unidades muito imperfeito de Mendel** (Weldon, 1902b, p. 47, grifo nosso).

Porém, a parte mais dura era o questionamento da metodologia e os resultados obtidos (que confirmavam os princípios mendelianos) do trabalho que Bateson e Saunders estavam desenvolvendo.

É importante mencionar que justamente nesta época os resultados dos cruzamentos experimentais de Bateson e colaboradores, principalmente Saunders, descrevendo variações hereditárias contínuas e descontínuas em animais e plantas bem como casos que confirmavam princípios de Mendel, desvios e exceções começaram a ser publicados nos *Reports to the Evolution Committee*, sendo que justamente no relatório de 1902, que foi mencionado por Weldon, havia vários casos em plantas (*Lychnis*, *Datura* e *Matthiola*) que confirmavam os princípios de Mendel (Martins, 1997, p. 10).

Uma tentativa de conciliação?

No mesmo ano foi publicado um artigo de autoria do estatístico George Udny Yule (1871-1951), amigo próximo de Pearson e biometricista. Yule (1902) se referiu ao relatório de Bateson e Saunders e ao *Mendel's principles of heredity* bem como ao artigo de Weldon em *Biometrika*. Considerou o tom empregado por Bateson nos *Mendel's principles* ofensivo, particularmente em relação a Weldon; de não ter conservado a mesma cortesia e moderação presente em seu artigo, embora admitisse a existência de razões para discordância. Recriminou o tom de adulação que Bateson adotou em relação a Galton e Pearson e comentou: "um ataque deste tipo não pode fazer nada exceto distrair a atenção da questão científica e concentrar-se sobre personalidades efêmeras". Yule não conseguia entender como a *Cambridge University Press* tinha permitido tal publicação (Yule, 1902, p. 194).

Tem havido muitos mal-entendidos entre os biólogos em geral e aqueles que fizeram o trabalho pioneiro com o uso de métodos estatísticos, que se deve em grande parte, creio, ao fato de que os dois não usam termos tais como *hereditariedade*, *variação*, *variável*, *variabilidade*, com precisamente o mesmo significado [...] (Yule, 1902, p. 195).

Segundo Yule, Bateson não tinha diferenciado entre os fenômenos de *hereditariedade* dentro de uma raça e os fenômenos referentes à produção de híbridos que ocorrem nos cruzamentos de duas raças distintas. Assim, o que ele considerava como sendo a lei de hereditariedade seria a lei de hibridação (Yule, 1902, p. 199). E acrescentou:

Experimentos com cruzamentos não podem dar nada, exceto leis de cruzamento: é possível que algumas dessas leis sejam aplicáveis ao cruzamento de raças puras, mas isso não pode ser decidido sem um teste definido. O trabalho de todo o "grupo de naturalistas" que ele menciona é sem valor para o ramo de trabalho em que a escola biométrica se engajou (Yule, 1902, p. 200).

Yule terminou esta parte do artigo assumindo que, assim como a lei da hereditariedade ancestral era verdadeira, a lei de Mendel também poderia sê-lo. O problema seria delimitar a esfera de cada uma delas (Yule, 1902, p. 207).

Nesse sentido, Bateson no *Mendel's principles* já havia admitido que era possível a coexistência das duas "leis", que seriam aplicadas a casos diferentes. Yule

continuou fazendo críticas à metodologia utilizada por Bateson, que diferia da adotada pelos seus colegas biometricistas⁷.

Em um artigo, Castle (1903b) discutiu acerca da lei de Galton, das modificações feitas por Pearson, da lei de Mendel e comentou sobre a interpretação de Yule a respeito de ambas. Castle se referiu às evidências obtidas nos estudos de Galton com seres humanos através de genealogias, às investigações com animais domesticados como no caso da herança de manchas pretas nos *Basset hounds* que serviram de base para a elaboração da lei da herança ancestral. Comentou sobre as modificações introduzidas por Pearson nesta lei a partir das evidências encontradas em seus estudos sobre a pigmentação humana e no cavalo. Ao comparar as duas formas da lei, concluiu que ambas atribuíam importância à influência dos ancestrais, mas que a forma modificada por Pearson dava mais importância à influência de ancestrais mais remotos. Castle mencionou um caso referente à estatística na herança de cor nos camundongos que havia sido realizada por Von Guaita (1898) e depois analisado pelo norte-americano Charles Benedict Davenport (1900), onde a herança de cor não seguia nem a lei de Galton, nem a lei de Pearson. Castle discordou da interpretação de Davenport de que esta série estivesse de acordo com a lei de Galton pelo menos em relação aos camundongos cinza, lembrando que o próprio Galton (1897, p. 403) já havia admitido que a “lei da herança ancestral” não se aplicava a todos os casos (Castle, 1903b, p. 227). Castle comentou:

É evidente, então, que existem alguns defeitos fundamentais na “lei da hereditariedade ancestral”, conforme enunciada por Galton ou Pearson. Ela falha no caso que acabamos de examinar não apenas em explicar o resultado observado, mas mesmo em permitir que alguém prediga aquele resultado com algum grau de precisão e também para qualquer categoria de caso cuja formulação original deveria cobrir, a saber, a herança de cor em animais (Castle, 1903b, p. 227).

Segundo Castle, a “lei de Mendel” permitia fazer previsões específicas para as proporções numéricas dos descendentes. No caso particular do albinismo em camundongos, as previsões mendelianas eram melhores. Além disso, diversos pesquisadores tais como De Vries, Correns, Tschermak, Bateson e Saunders, Spillman, Hurst e outros vinham encontrando em seus experimentos casos em que se confirmava a herança mendeliana (Castle, 1903b, p. 232).

Após dar várias explicações, esclarecimentos e exemplos sobre a lei de Mendel, Castle afirmou: “Estes casos mostram que as leis de Mendel são amplamente aplicadas. Elas não são meramente leis de hibridação, como Vernon (1903) e alguns outros assumem, mas leis gerais da herança alternativa” (Castle, 1903b, p. 232). Nesta passagem, Castle estava se dirigindo diretamente a Vernon, mas na categoria de “outros” incluía com certeza Yule, cujo artigo faz parte de sua bibliografia final, que pensava do mesmo modo e o afirmou explicitamente no mesmo artigo.

Entretanto, quanto às relações entre lei da herança ancestral e lei de Mendel, Castle manifestou sua concordância com Bateson e sua discordância com Yule e Pearson:

Bateson adotou a posição bastante razoável de que a lei de Mendel e a “lei da herança ancestral” não podiam ser aplicadas à mesma classe de fatos. Mas Yule (1902) não vê incompatibilidade entre as duas, e essa é a visão que Pearson (1903) endossa (Castle, 1903b, p. 232).

⁷ Acerca de uma possível contribuição de Yule para a síntese entre mendelismo e biometria, ver por exemplo, Tabery, 2004.

De acordo com Castle, Yule chegou à conclusão de que algumas predições mendelianas eram apenas uma categoria especial de predições mais gerais da lei da hereditariedade ancestral. Nos casos de dominância, isso se aplicava, mas nos casos de recessividade não (Castle, 1903b, p. 233). No ano seguinte, Pearson respondeu ao artigo de Castle acusando-o de não ter compreendido a “lei da hereditariedade ancestral”, entre outros aspectos do trabalho dos biometricistas. O tom foi pesado:

O Professor Castle estava perfeitamente livre para ignorar meu trabalho, ou para confessar francamente que não pôde entendê-lo. [...] Castle é tão ignorante que não sabe que o coeficiente de correlação não pode ser um grupo de freqüência; ou ele citou errado minhas memórias porque qualquer forma de argumento é suficiente para a audiência para a qual ele apela [...] (Pearson, 1904b, p. 111).

Na seqüência, Yule discordou da visão de Weldon e Pearson quanto à interpretação dos experimentos de Wilhelm Johannsen com *Phaseolus vulgaris* sobre as linhagens puras⁸. Ele elogiou o trabalho de Johannsen: “os métodos que ele usou são legítimos e suficientes para sua proposta imediata, e, em minha opinião, o trabalho como um todo é uma das contribuições mais estimulantes para o estudo da hereditariedade intra-racial feito nos anos recentes” (Yule, 1904, p. 223-224), apesar de comentar que ele não havia empregado “os métodos estatísticos mais avançados”.

O desenrolar da situação

Após publicar os três artigos que mencionamos anteriormente, discutindo sobre a contribuição de Mendel e conceitos empregados por Bateson, Weldon publicou alguns outros, a maioria deles na revista *Biometrika*.

No primeiro deles, discutiu a interpretação dada por Bateson, em um artigo em *Nature* (Bateson, 1903a; Bateson, 1903b), acerca dos resultados obtidos por Darbishire⁹ publicados em *Biometrika*, referentes ao cruzamento de camundongos dançarinos japoneses de pelagem manchada com camundongos europeus albinos de olhos-cor-de-rosa e pelagem branca¹⁰. Segundo Weldon, Bateson tinha considerando que a herança de cor de olho nesses camundongos era estritamente mendeliana, apresentando uma fórmula que levava a crer que a coloração da pelagem também o era (Weldon, 1903, p. 286). As críticas incluíam a metodologia empregada por Bateson, bem como sua interpretação da contribuição de Mendel: “Para entender de modo completo o tratamento do Sr. Bateson, é necessário perceber não apenas as próprias doutrinas de Mendel, mas também as várias modificações que o Sr. Bateson tem proposto de tempos em tempos” (Weldon, 1903, p. 287). E

⁸ Ver a respeito do trabalho de Johannsen in Martins (1997, p. 23-25).

⁹ F. A. Darbishire trabalhava junto com Weldon e era seu amigo. Eles fizeram juntos um grande número de cruzamentos com camundongos. Weldon acreditava que as várias teorias propostas pelos mendelianos “não davam conta dos fatos” (Weldon, UCL 264-1, Pearson Papers, *Unpublished MS by WFRW of his proposed book on evolution*, cap. XII, p. 12). A sigla UCL se refere aos documentos encontrados no *University College* de Londres.

¹⁰ Os camundongos dançarinos (“waltzing mice”) japoneses que têm a pelagem branca com manchas foram cruzados com os albinos europeus. Os híbridos foram cruzados entre si e também com a linhagem albina parental. Um fato interessante é que todos os híbridos da primeira geração apresentavam olhos escuros, enquanto que os olhos de ambos os progenitores eram cor-de-rosa. Em uma certa proporção da progênie dos primeiros híbridos, os olhos cor-de-rosa reapareciam, bem como outros caracteres parentais. A nota de *Nature* diz que esses fatos estão de acordo com a lei da hereditariedade ancestral, embora Bateson não tivesse admitido que eles estivessem contra a lei de Mendel (*Nature*, 1903, p. 550). A discussão entre os dois continuou até 14/5/1903, quando foi interrompida pelo Editor.

acrescentou: “Estou ansioso para saber como o Sr. Bateson pode testar os possíveis modos de colocar o comportamento desses ratos de acordo com os “princípios” de Mendel ou com qualquer outra teoria da hereditariedade” (Weldon, 1903, p. 288).

No entanto, as restrições de Weldon se estendiam também a pressupostos da contribuição de Mendel:

Mendel, além disso, antecipou as especulações de De Vries e Weismann, atribuindo a herança de cada caráter unitário à presença de um elemento unitário particular na célula germinativa; e esta concepção do “mecanismo” da herança permitiu que ele formulasse sua hipótese da constituição das células germinativas da classe de híbridos que estudou (Weldon, 1903, p. 286-287).

Muito provavelmente Weldon simpatizava com a concepção de Pearson, que admitia que os gametas, assim como os outros homotipos, eram indiferenciados, daí a afirmação: “Nós não precisamos discutir a tentativa de considerar o sexo do descendente como um fenômeno de diferenciação gamética, uma doutrina mais difícil que aquelas que descrevemos [...]” (Weldon, 1903, p. 293).

É importante mencionar que nessa época vários estudiosos vinham encontrando evidências, através dos resultados de cruzamentos experimentais com diversos organismos, que confirmavam a aplicação dos princípios de Mendel em relação a algumas características. Rowland H. Biffen, por exemplo, constatou este fato em diferentes raças e variedades de trigo. Além disso, o mesmo parecia se aplicar em relação a certos “caracteres constitucionais” como o amadurecimento e imunidade aos ataques da ferrugem. Bateson tinha exibido uma série de *Primula sinensis*, com cerca de 240 espécimens, emprestada por Sutton & Sons, que ilustravam o fenômeno da variação e hereditariedade nas quatro estações do ano. Elas apresentavam formas mutacionais, sendo que a herança em muitas delas seguia os princípios mendelianos (Anônimo, 1904a, p. 454). Ao mesmo tempo, eles continuaram apontando exceções e desvios dos princípios de Mendel.

É interessante ressaltar que alguns resultados experimentais mostravam que as variações descontínuas poderiam ter importância no processo evolutivo e que, em tais casos, o papel da seleção natural seria mais restrito. Porém, na época, havia estudiosos que mantinham uma posição bem radical em relação a este princípio. Por exemplo, Sidney Hickson comentou: “A teoria da seleção natural que é a importante **se não completamente suficiente explicação da evolução dos animais e plantas** tem sofrido ataques de poucos críticos sérios e muitos críticos frívolos” (Hickson, 1904, p. 458, grifo nosso). Ou mesmo Darbishire (1904), que na resenha crítica do livro *Evolution and adaptation* de Morgan (1903) assim se posicionou: “O autor deste trabalho é um daqueles biólogos teóricos que, enquanto aceita a doutrina da evolução, [...] ainda pensa que é necessário adotar uma atitude severamente crítica em relação **ao único princípio que parece ser capaz de dar conta dos fatos do desenvolvimento orgânico, a saber o princípio da seleção, tal qual foi proposto e ilustrado inicialmente por Darwin e Wallace**” (Darbishire, 1904, p. 313, grifo nosso).

A reunião da British Society for the Advancement of Science

Reginald Crundall Punnett, que na época era colaborador de Bateson, relatou que o choque mais radical entre mendelianos e biometricistas ocorreu no encontro da *British Society for the Advancement of Science* em agosto de 1904. Nessa ocasião, Bateson presidia a Seção de Zoologia (D), tendo proferido a conferência

de abertura, e Weldon, que também estava presente, se manifestou criticando a concepção mendeliana da pureza dos gametas, considerando-a “um mecanismo gamético que não podia ser demonstrado, ao contrário das afirmações puramente descritivas de Galton e Pearson” (Punnett, 1926, p. 78; Martins, 2005, p. 502). Entre os presentes, além de Weldon estavam: Shipley, Calkins, Osborn, Saunders, Hurst, Pearson, além de outros (Anônimo, 1904b).

Uma análise da conferência presidencial de Bateson no encontro mencionado mostra alguns aspectos importantes que merecem ser considerados. O primeiro deles é a ênfase na importância da descoberta de Mendel: “Se uma descoberta que se comparasse em magnitude com a descoberta de Mendel fosse anunciada na física ou química, ela teria sido repetida e estendida a toda grande escola científica do mundo” (Bateson, 1904, p. 406). Outro aspecto é a valorização de uma linha de pesquisa que seguia a tradição dos hibridistas de meio século atrás, que era valorizada por Darwin, e que ele, Bateson, e outros tinham adotado: “Ninguém pode estudar a história da biologia sem perceber que alguns de seus aspectos essenciais eram mais verdadeiros em sua finalidade, e seus métodos de pesquisa eram mais diretos e férteis – pelo menos no que concerne ao problema da evolução – do que aqueles que os substituíram” (Bateson, 1904, p. 406). Ele atribuía grande importância à contribuição darwiniana: “O *Origin of species*, o tratado que pela primeira vez trouxe o problema das espécies para dentro do alcance da inteligência humana, influenciou tanto o curso do pensamento científico que o estudo deste fenômeno particular – diferença específica – quase cessou inteiramente” (Bateson, 1904, p. 407). Ao mesmo tempo em que atribuía importância a esta contribuição, via que talvez as pessoas tivessem se prendido a alguns aspectos da mesma, perdendo de vista outras possibilidades. Uma das limitações seria procurar explicar todos os fenômenos através da seleção natural, o que transparece na afirmação: “A seleção é um fenômeno verdadeiro, mas sua função é *selecionar*, não criar” (Bateson, 1904, p. 407). Bateson chamou a atenção para a importância de testar a seleção como um fator de evolução. Mencionou a existência de um outro tipo de variação: as descontínuas, que tinham sido encontradas por vários autores tais como Marchant, Huxley, Virchow, F. Galton e De Vries, que publicara uma “esplêndida coleção de experimentos” (Bateson, 1904, p. 407). Ele considerou que “os experimentos podem ser empregados para definir os *limites* do que a seleção pode realizar. [...] Nós chegamos até esses limites nos lugares mais inesperados, e para o naturalista ignorante dos cruzamentos nada pode ser mais surpreendente ou instrutivo” (Bateson, 1904, p. 408). E descreveu o método utilizado por ele e outros mendelianos:

No método experimental mendeliano, a única coisa essencial é que a posteridade de cada *indivíduo* seja traçada separadamente. Se os indivíduos são tratados coletivamente por necessidade, deve ser provado que sua composição é idêntica. Em contradição direta com os métodos da estatística corrente, Mendel viu com grande penetração que as massas deviam ser evitadas [...] (Bateson, 1904, p. 409).

E, em seguida, adotou uma estratégia que não tinha adotado antes, mas que, desde o início da controvérsia, era empregada pelos biometricistas: “Os cruzamentos fornecem o único teste que permite distinguir indivíduos cujas propriedades genéticas são diferentes” (Bateson, 1904, p. 409). Ou seja, considerar a sua metodologia como a única capaz de resolver determinado problema.

Na revista *Nature* (29/9/1904), apareceu uma descrição sobre o que se passou na seção D de Zoologia da *British Association for the Advancement of Science* que iniciou assim: “Na quinta-feira de manhã, em 18 de agosto, o Sr. Bateson apresentou para uma grande audiência sua conferência presidencial (ver *Nature*, 25 de agosto), cujo agradecimento foi feito pelo Prof. Poulton e em segundo lugar pelo

Prof. Max Weber” (Anônimo, 1904b, p. 538). Isto mostra que Bateson falou para uma audiência grande e, como mostra o parágrafo anterior, serviu-se de estratégias para procurar convencê-la.

No dia seguinte, conforme a descrição, ocorreu uma seção sobre hereditariedade que ocupou o dia todo e foi presidida pelo Prof. Hickson. O primeiro trabalho foi apresentado por E. R. Saunders, colaboradora de Bateson, sobre a hereditariedade de plantas de jardim. Conforme o narrador:

Ela disse que, desde a redescoberta do trabalho de Mendel, tinham sido encontradas evidências experimentais da pureza das células germinativas em número cada vez maior de exemplos. A maior parte desses casos era semelhante aos estudados por Mendel, onde as características diferenciais se relacionavam entre si como dominantes e recessivas (Anônimo, 1904b, p. 538).

A apresentação de Saunders foi seguida pela de Darbishire, que relatou os resultados já mencionados, obtidos em experimentos envolvendo cruzamentos de camundongos. “Alguns dos fatos parecem confirmar a interpretação mendeliana, enquanto outros podem ser descritos em termos da interpretação de hereditariedade adotada tanto por Galton como por Pearson” (Anônimo, 1904b, p. 538). A seguir, veio a descrição dos experimentos com coelhos de Charles Chamberlain Hurst, que também fazia parte do círculo de Bateson. Um par de coelhos albinos angorás de linhagem pura foi cruzado reciprocamente com um par de coelhas belgas de linhagem pura (F1), e a progênie híbrida foi cruzada internamente por duas gerações (F2 e F3). Em F1, a pelagem angorá era sempre recessiva em relação à normal, e o caráter albino recessivo em relação ao caráter normal, enquanto em F2 e F3 ambas essas características seguiam as leis mendelianas (Anônimo, 1904b, p. 539).

Weldon abriu a discussão referindo-se a um experimento de Mendel onde ele utilizou uma ervilha de uma raça que produzia apenas sementes com cotilédones verdes e a cruzou com uma ervilha de outra raça que produzia somente sementes com cotilédones amarelos. As sementes que resultaram do cruzamento produziram plantas em que 1/4 tinha apenas sementes verdes; 1/4 somente sementes amarelas; e diz-se que cada um desses conjuntos se reproduzia fielmente. A metade restante produzia sementes com propriedades híbridas de seus progenitores híbridos imediatos. Weldon interpretou os resultados em que os híbridos apresentavam a forma de seus progenitores como um caso de reversão (Anônimo, 1904b, p. 539). Nas palavras do narrador, Weldon comentou:

Na tradução do Sr. Bateson, Mendel diz que os indivíduos que produzem sementes amarelas reproduzem o caráter de semente amarela da “forma parental”, mas não sabemos se Mendel queria dizer a raça ou um indivíduo da raça. O Sr. Bateson e outros adotaram a visão de que, na medida em que a cor é considerada, as formas com semente verde e as formas com semente amarela que aparentemente se reproduzem fielmente não são meramente semelhantes, mas idênticas às dos indivíduos puros das raças de semente verde ou amarela usadas para fazer o cruzamento original. A visão atribuída a Mendel prestou atenção somente aos dois últimos ancestrais que se reproduziam fielmente, enquanto que a de Galton e outros considerou que os ancestrais contribuíam em várias proporções com os caracteres das gerações subseqüentes. A descrição das cores das sementes não é suficientemente acurada para permitir que se decida entre as duas hipóteses (Anônimo, 1904b, p. 539).

Weldon argumentou que o fato de os pais e avós de cada ser humano terem sete vértebras cervicais não permitia afirmar que somos exatamente iguais a nossos pais, e que nossos avós não influíram na determinação de nossos caracteres. Outra crítica foi relacionada aos cruzamentos de espécies de *Lychnis dioica* que apresentam

as formas glabra e peluda, seguindo proporções mendelianas, entretanto não é dito o quão peluda a planta é. O biometricista britânico considerou que eram necessários melhores métodos de observação e descrição para solucionar problemas deste tipo. Acrescentou que os casos de freqüentes reversões aos caracteres dos ancestrais remotos não se harmonizavam com a idéia de que os caracteres dos híbridos deveriam ser vistos como resultantes da combinação de determinantes “puros” derivados de seus progenitores imediatos (Anônimo, 1904b, p. 539). Ele finalizou afirmando que, até que resultados de mais experimentos e observações mais cuidadosas estivessem disponíveis, “era melhor usar as afirmações puramente descritivas de Galton e Pearson do que invocar o complicado e não demonstrável mecanismo sobre o qual se apoiava a hipótese de Mendel” (Anônimo, 1904b, p. 539). Aqui, neste ponto, a estratégia de Weldon foi procurar convencer os presentes de que a hipótese mendeliana não tinha uma base suficientemente sólida nem uma metodologia adequada para resolver determinados problemas, ao contrário da proposta dos biometricistas.

De acordo com o narrador, em sua detalhada resposta, Bateson defendeu que, ao contrário do que pensava Weldon, a teoria mendeliana havia avançado muito nos últimos cinco anos. Além disso, poderia dar conta de fatos que pareciam totalmente incoerentes. Por exemplo, os esquemas dos “ancestralistas” até então não tinham prestado atenção na questão da pureza dos caracteres dos tipos segregados que, no momento, Weldon procurou explicar através da “reversão”. Entretanto, se esta fosse tão completa a ponto de incluir a pureza do tipo parental, seria o mesmo que segregação mendeliana (Anônimo, 1904b, p. 539).

Pearson se manifestou adotando um outro recurso que consistiu em atacar o método utilizado pelos mendelianos. Alegou que a precisão do método nada tinha a ver com mendelismo ou lei da hereditariedade ancestral. Acusou os mendelianos de produzir números sem fazer qualquer tentativa para mostrar que esses números estavam de acordo com a teoria que eles propunham ilustrar (Anônimo, 1904b, p. 539).

Hickson encerrou a discussão dizendo que o objeto da disputa era da maior importância e que o debate tinha sido de grande valor para os biólogos que estavam ainda “em cima do muro” (*sitting on the fence*) (Anônimo, 1904b, p. 539). Pode-se perceber que a controvérsia estava atraindo a atenção da comunidade científica que estava se posicionando a favor de uma das duas partes envolvidas.

Pouco tempo depois (20/10/1904) de aparecer o relato sobre a reunião da Seção de Zoologia da *British Association*, considerando que “a segregação mendeliana era objeto de disputa pela escola biométrica de evolucionistas”, Robert Lock, na seção *Letters to the Editor* da revista *Nature*, informou sobre os resultados de um experimento que havia feito no *Royal Botanic Gardens* de Peradeniya, que, segundo ele, “provava de modo conclusivo que em uma forma híbrida um par particular de caracteres segregava em números iguais tanto na célula masculina como na célula feminina” (Lock, 1904, p. 601). Tratava-se do aparecimento e ausência respectivamente da coloração amarela no endosperma dos grãos do milho indiano (*Zea mays*). Em 100.000 grãos, somente dois, que foram considerados heterozigotos, se mostraram parcialmente amarelos e parcialmente brancos. Os resultados já haviam sido apresentados por Bateson no encontro da *British Society*, mas ele estava acrescentando resultados de gerações posteriores (Lock, 1904, p. 601).

Pearson respondeu logo em seguida a Lock (27/10/1904). Ele não gostou de sua afirmação sobre a escola biométrica:

É fácil fazer uma afirmação geral sobre algum grupo de homens vagamente definido, e eu não tenho direito de falar sobre os biometricistas como um corpo. Mas, como o inventor do termo “**biometria**” talvez eu possa me permitir dizer que eu o entendo como uma ciência, e reafirmar o que eu disse com ênfase no encontro de Cambridge. Biometria é somente a aplicação de métodos estatísticos exatos aos problemas da bio-

logia. Ela não está inclinada a apoiar mais uma tese de hereditariedade que outra, mas deve ser hostil a todo tratamento que use estatística sem observar as leis da ciência estatística. A crítica que tem sido publicada em *Biometrika* sobre o trabalho mendeliano tem atacado sua freqüente falta de método e lógica, e penso que ninguém pode ter lido a recente literatura sem perceber isso (Pearson, 1904a, p. 626-627).

Aqui se percebe que a estratégia de Pearson estava mudando: o problema não estava mais nas concepções de Mendel, mas sim na metodologia empregada pelos mendelianos. Entretanto, continuou criticando pressupostos adotados por Mendel como a pureza dos gametas, por exemplo. Além disso, ele continuou defendendo que “Mendel considerava a dominância como uma parte essencial de seu sistema” (Pearson, 1904a, p. 626), apesar das explicações de Bateson e Castle e que sabemos, considerando o conteúdo do próprio artigo de Mendel sobre plantas híbridas, não é procedente (ver Martins, 2002).

O matemático britânico publicou então um artigo onde discutiu acerca das conseqüências matemáticas da pureza dos gametas, procurando testar se as predições feitas por Mendel a esse respeito estavam de acordo com as observações feitas pelos biometricistas. Ele concluiu que quando se chegava aos verdadeiros valores numéricos para os coeficientes de hereditariedade, estes não estavam de acordo com a observação (Pearson, 1904c, p. 85). Sugeriu que se criasse “uma outra fórmula mendeliana geral, que não tivesse sido inventada *somente* para descrever experiências isoladas, resultados numéricos que não estão de acordo com o simples mendelismo”, pois a utilizada no presente não cobria todo o alcance das observações (Pearson, 1904c, p. 86). Desse modo, ele estava procurando mostrar através da biometria que o enfoque matemático de Bateson e dos mendelianos não era adequado. De acordo com Provine, na ocasião Bateson não teve como responder às críticas estatísticas de Pearson sobre o mendelismo. Porém, dois anos mais tarde, Yule publicou um artigo onde discordava de Pearson (Yule, 1907). Ele explicou que, embora Pearson tivesse assumido que apenas um tipo de homocigoto determinaria o caráter sobre o qual eram feitos os cálculos, evitando a questão da dominância, ele tinha se enganado. O engano foi mostrado por Yule, que demonstrou matematicamente que o método de Pearson era equivalente à assunção da dominância completa nas equações de correlação. Além disso, se a dominância incompleta e os efeitos do meio fossem levados em conta, a interpretação mendeliana daria conta das correlações medidas nas populações por Pearson e colegas (Provine, 2001, p. 84-85).

A situação por ocasião da morte de Weldon

Do período que se seguiu ao encontro da *British Association* até a morte prematura de Weldon, em 13 de abril de 1906, a discussão entre mendelianos e “ancestralistas” continuou, incluindo o debate entre Hurst e Weldon sobre a herança da cor da pelagem em cavalos (Hurst, 1906, p. 597). De acordo com Provine, tendo como base as informações contidas nos 20 volumes do *General stud book of race horses* de Weatherby, Hurst submeteu um artigo para publicação em que defendia que o marrom avermelhado (*chestnut*) era simplesmente um recessivo mendeliano entre o baio (*bay*) e o marrom (*brown*). Weldon apresentou exemplos, obtidos a partir da mesma fonte, que contradiziam esta afirmação. Ao descobrir que a maior parte dos casos utilizados por Weldon eram erros de registro, Hurst submeteu novamente o artigo que tinha retirado, anexando uma nota que explicava o que tinha ocorrido, o que irritou Weldon. Por ocasião de sua morte, Weldon estava examinando cuidadosamente esta obra com o intuito de encontrar casos que contrariassem a interpretação mendeliana (Provine, 2001, p. 87-88).

Considerações finais

Esta análise mostrou que alguns aspectos presentes na controvérsia entre mendelianos e “ancestralistas” já apareciam em discussões anteriores. Quando Bateson publicou o *Materials for the study of variation* (1894), o programa biometricista estava em andamento. Pearson e Weldon ocupavam posições acadêmicas relevantes e contavam com seguidores e colaboradores. Adotavam o método biométrico e estavam obtendo evidências de que as variações eram principalmente contínuas e o processo evolutivo lento e gradual, onde a seleção natural tinha importante papel. O artigo de Weldon sobre a taxa de mortalidade em caranguejos reforçava esta visão. Por outro lado, os fatos catalogados por Bateson no *Materials* substanciavam a idéia de que as variações descontínuas (*sports*) poderiam também ser relevantes para o processo evolutivo, ao contrário do que pensava Darwin. Nesse caso, a ação da seleção natural seria mais restrita. Embora Bateson pudesse aceitar os dois tipos de variação, o mesmo não se passava com os biometricistas. Weldon criticou conceitos empregados por Bateson, como o da descontinuidade, e o método (catalogação dos fatos) que ele utilizara no *Materials for the study of variation*.

A controvérsia das cinerarias resvala justamente neste ponto. Na visão de Dyer, as cinerarias dos jardins tinham se originado de modo lento e gradual através do acúmulo de pequenas modificações sobre as quais agia a seleção natural. Para Bateson, a origem teria sido por hibridação, onde o papel da seleção natural consistiria apenas em selecionar entre as diversas formas, sendo, portanto, mais limitado.

Nos dois casos mencionados acima, as divergências diziam respeito ao tipo de variação que teria mais importância para o processo evolutivo, ao papel da seleção natural no processo evolutivo e à metodologia empregada. Na controvérsia da homotipose entre Pearson e Bateson, também estavam presentes os conceitos empregados e método.

Na controvérsia mendeliano-biometricista, as críticas se dirigiam inicialmente à proposta e metodologia de Mendel. Weldon não aceitava alguns pressupostos de Mendel, tais como a pureza dos gametas e aquilo que ele, Pearson, e outros interpretavam como “lei da dominância e segregação”, bem como a herança de partículas. Mas o que mais incomodava era a negligência da ancestralidade. Por outro lado, as restrições também se aplicavam à interpretação e modificações que Bateson fazia de tempos em tempos. Weldon não entendia que os princípios de Mendel estavam sendo testados em diversos organismos e que se buscava desvios e novas leis: Bateson estava desenvolvendo um programa de pesquisa. Bateson admitia que os princípios mendelianos pudessem explicar casos não explicados pela lei da hereditariedade ancestral, mas Weldon não.

Quando Bateson, seus colaboradores e outros estudiosos que trabalhavam nessa linha começaram a publicar resultados que confirmavam princípios de Mendel, Weldon passou a questionar a metodologia adotada neste tipo de trabalho. Yule, talvez o mais sensato dos biometricistas, reconheceu que um dos problemas era a utilização dos mesmos termos, mas com conotação diferente por ambas as partes. Para ele, os biometricistas lidavam com as leis da raça, enquanto os mendelianos lidavam com as leis da hibridação, e as últimas eram desprovidas de valor para o trabalho biometricista. Apesar da posição mais conciliatória de Yule, ela conservava uma característica em comum com a posição de seus colegas biometricistas: a desvalorização de um enfoque que não fosse o seu.

No encontro da *British Association*, enquanto Bateson procurava valorizar a contribuição de Mendel e os resultados favoráveis obtidos ao longo dos últimos cinco anos, os biometricistas procuravam valorizar a contribuição de Galton e o método biometricista. Bateson enfatizou estar seguindo um tipo de trabalho que era bem visto

por Darwin: os cruzamentos onde se produziam híbridos. Os biometricistas continuaram a criticar aspectos da proposta de Mendel, como a negligência da ancestralidade, o método adotado pelos mendelianos e a contestar os resultados obtidos. Pearson continuou considerando a dominância como parte essencial do sistema mendeliano, apesar de todos os esclarecimentos anteriores. Porém, adotou outra tática: a biometria estava acima de qualquer teoria da hereditariedade e a precisão de seu método permitia testar qualquer uma delas. Segundo ele, o teste matemático do princípio da pureza dos gametas não se mostrou de acordo com as observações, o que sugeria que os mendelianos deveriam inventar uma outra fórmula. Certamente, a proposta mendeliana e a proposta biometricista não eram incompatíveis, pois o próprio Yule em 1906 apresentou uma solução a nível biométrico para o problema.

O início do distanciamento entre Weldon e Bateson se deu no âmbito científico. Apesar de os dois terem iniciado seus estudos juntos, ao desenvolver seus conhecimentos matemáticos, adotar uma perspectiva biométrica em seus estudos e uma posição ortodoxa em relação ao papel da seleção natural no processo evolutivo, Weldon se afastou de seu antigo amigo. O distanciamento pessoal entre ambos se iniciou no momento em que Weldon acusou Bateson de omitir fatos relevantes no caso das cinerarias e se aprofundou com o ataque de Weldon ao trabalho de Mendel e à linha de pesquisa que Bateson estava adotando.

A posição dogmática de que o método biometricista era o único capaz de resolver os problemas evolutivos, adotada pela maioria dos ancestralistas, a dificuldade que tinham os biólogos em geral (e mendelianos em particular) sem um treino mais específico em matemática para entender alguns aspectos mais sofisticados do enfoque biometricista, bem como a falta de empenho de ambos os lados em procurar entender os conceitos e terminologia empregada pela outra parte, contribuíram para o prolongamento da controvérsia.

Entretanto, acreditamos que existe um outro fator importante: os biometricistas queriam ser a única autoridade no campo da evolução. Eles não desejavam dividir o espaço com uma outra proposta alternativa. Isso é mostrado pelo episódio da saída de Weldon e Pearson do Comitê, justamente pelo fato de ter que dividir espaço com colegas que adotavam uma outra abordagem em seus estudos. Não conseguiram competir pelo espaço nas publicações da *Royal Society* nem conviver com pareceristas que não seguissem o enfoque biometricista. Preferiram criar uma revista onde pudessem publicar trabalhos sobre biometria. Por outro lado, em um dado momento, Bateson e os mendelianos ocuparam seu espaço no meio científico e não abriram mão dele.

Agradecimentos

A autora agradece o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) bem como à Sra. Gill Furlong das *Special Collections* do *London University College* e sua equipe e ao Sr. Geoffrey Waller da Seção de Manuscritos da Cambridge University Library e sua equipe.

Referências

- [ANÔNIMO]. 1904a. Societies and Academies. *Nature*, **69**(1793):454.
 [ANÔNIMO]. 1904b. Zoology at the British Association. *Nature*, **70**(1822):538-541.
 BATESON, W. 1894. *Materials for the study of variation treated with special regard to the discontinuity in the origin of species*. Baltimore, Johns Hopkins, 1992, 598 p.
 BATESON, W. 1895. The origin of the cultivated Cineraria [Letters to the Editor]. *Nature*, **51**(1330):605-607.

- BATESON, W. 1901. Heredity, differentiation, and other conceptions of biology: a consideration of Professor Karl Pearson's paper "On the principle of homotyposis". *Proceedings of the Royal Society*, **69**:193-205.
- BATESON, W. 1902. *Mendel's Principles of Heredity – a Defence*. Cambridge, Cambridge University Press, 212 p.
- BATESON, W. 1903a. Mendel's principles of heredity in mice [Letters to the Editor]. *Nature*, **67**(1742):462-463.
- BATESON, W. 1903b. Mendel's principles of heredity in mice [Letters to the Editor]. *Nature*, **67**(1747):585-586.
- BATESON, W. 1904. Section D. Zoology. Opening address by William Bateson, M. A., F. R. S., President of the Section. *Nature*, **70**(1871):406-413.
- BATESON, W. e SAUNDERS, E. R. 1902. Experiments in the physiology of heredity. *Reports to the Evolution Committee of the Royal Society*, **1**:1-160. In: R.C. PUNNETT (ed.), *Scientific Papers of William Bateson*. Cambridge, Cambridge University Press, 1928; New York, Johnson Reprint, 1971, vol. 2, p. 29-68.
- CASTLE, W. E. 1903a. Mendel's laws of heredity. *Science*, **18**(456):396-406.
- CASTLE, W. E. 1903b. The laws of heredity of Galton and Mendel and some laws governing race improvement by selection. *Proceedings of the Academy of Arts and Science*, **39**:223-242. In: D.L. JAMESON (ed.), *Evolutionary Genetics*. Stroudsburg, Dowden, Hutchinson & Ross, 1977, p. 90-109.
- COCK, A. 1973. William Bateson, Mendelism and Biometry. *Journal of the History of Biology*, **6**:1-36.
- DARBISHIRE, F.A. 1904. "Mutation" v. selection. [Critical review of *Evolution and adaptation*. By Thomas Hunt Morgan]. *Nature*, **70**(1814):313-314.
- DAVENPORT, C. B. 1900. Review of von Guaita's experiments in breeding mice. *Biological Bulletin*, **2**: 121-128.
- GALTON, F. 1889. *Natural inheritance*. London, Macmillan, 259 p.
- GALTON, F. 1894. Discontinuity in evolution. *Mind*, **3**:362-372.
- GALTON, F. 1897. The average contribution of each several ancestor to the total heritage of the offspring. *Proceedings of the Royal Society*, **61**:401-413.
- HALDANE, J.B.S. 1926. *The Nation and the Athenaeum*, **39**:713.
- HARVEY, R.D. 1995. Pioneers of Genetics: a comparison of the attitudes of William Bateson and Erwin Baur to Eugenics. *Notes and Records of the Royal Society of London*, **49**(1):105-117.
- GUAITA, G. 1898. Versuche mit Kreuzungen von verschiedenen Rassen des Hansmaus. *Berichte der naturforschende Gesellschaft zu Freiburg*, **11**:317-332.
- HICKSON, S.J. 1904. Another attack upon Darwinism. [Critical review of *Mimicry, Selektion, Darwinismus*. By M. C. Piepers]. *Nature*, **69**(1794):458-459.
- HURST, C.C. 1906. Societies and Academies. Royal Society, December 7, 1905. Communicated by W. Bateson, F.R.S. "On the inheritance of coat colour in horses". *Nature*, **73**(1903):597.
- LOCK, R. H. 1904. Mendel's law: a crucial experiment. *Nature*, **70**(1825):601-602.
- MARTINS, L.A.-C.P. 1997. *A teoria cromossômica da herança: proposta, fundamentação, crítica e aceitação*. Campinas, SP. Tese de doutoramento. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 720 p.
- MARTINS, L.A.-C.P. 1999. William Bateson: da evolução à genética. *Episteme*, (8):67-88.
- MARTINS, L.A.-C.P. 2002. Bateson e o programa de pesquisa mendeliano. *Episteme*, (14):27-55.
- MARTINS, L.A.-C.P. 2005. La controversia mendeliano-biometricista: un estudio de caso. In: H. FAAS, A. SAAL e M. VELASCO (eds.), *Epistemología e Historia de la Ciencia: selección de trabajos de las XV Jornadas*. Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba, p. 501-508.
- MARTINS, L.A.-C.P. 2006a. "Materials for the study of variation" de William Bateson: um ataque ao darwinismo? In: L.A.-C.P. MARTINS, A.C.K.P. REGNER e P. LORENZANO (eds.), *Ciências da vida: estudos históricos e filosóficos*. Campinas, AFHIC, p. 259-282.
- MARTINS, L.A.-C.P. 2006b. Bateson, Weldon y Thiselton Dyer: la controversia de las Cinerarias. In: J. AHUMADA, M. PANTALONE e V. RODRIGUEZ (eds.), *Epistemología e Historia de la Ciencia: selección de trabajos de las XVI Jornadas*. Córdoba, Universidad Nacional de Córdoba, p. 395-401.
- MARTINS, L.A.-C.P. 2007. Karl Pearson, William Bateson e a controvérsia da homotipose. [submetido para publicação].
- MORGAN, T. H. 1903. *Evolution and adaptation*. New York, Macmillan Company, 470p.
- PEARSON, K. 1901a. Mathematical contributions to the theory of evolution. IX – On the principle of homotyposis and its relation to heredity, to the variability of the indivi-

- dual, and to that of the race. Part I. Homotypos in the vegetable kingdom. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series A*, **197**:285-379.
- PEARSON, K. 1901b. On the fundamental conceptions of biology. *Biometrika*, **1**:320-344.
- PEARSON, K. 1904a. Mendel's law. *Nature*, **70**(1826):626-627.
- PEARSON, K. 1904b. A Mendelian's view of the law of ancestral inheritance. *Biometrika*, **3**:109-112.
- PEARSON, K. 1904c. Mathematical contributions to the theory of evolution – On a generalised theory of alternative inheritance, with special reference to Mendel's laws. *Philosophical Transactions of the Royal Society, Series A*, **203**:53- 87.
- PEARSON, K. 1906. Walter Frank Raphael Weldon. *Biometrika*, **5**(1):1-51.
- PEARSON, K.; LEE, A.; WARREN, E.; FRY, A. e FAWCETT, C.D. 1901. Mathematical contributions to the theory of evolution. IX. – On the principle of homotyposis and its relation to heredity, to the variability of the individual, and to that of the race. Part I. Homotyposis in the vegetable kingdom (Abstract). *Proceedings of the Royal Society*, **68**:1-5.
- PROVINE, W. 2001. *The origins of theoretical population genetics*. Chicago, The University of Chicago Press, 211 p.
- PUNNETT, R.C. 1926. William Bateson. *The Edinburgh Review or Critical Journal*, **244**:71-86.
- RIDLEY, M. 1986. Embryology and classical Zoology in Great Britain. In: T.J. HORDER, J.A. WITKOWSSKI e C.C. WYLIE (eds.). *A history of embryology*. Cambridge, Cambridge University Press, p. 35-67.
- ROLFE, R. A. 1888. The cineraria. *Gardener's Chronicle* **3**:654.
- RUSSELL, E.S. 1916. *Form and function: A contribution to the history of animal morphology*. London, John Murray, 383 p.
- TABERY, J.G. 2004. The "Evolutionary Synthesis" of George Udny Yule. *Journal of the History of Biology*, **37**:73-101.
- THISELTON-DYER, W.T. 1895. Variation and specific stability [Letters to the Editor]. *Nature*, **51**(1324):459-461.
- VERNON, H. M. 1903. *Variation in animals and plants*. New York, Henry Holt and Co., 415 p.
- WELDON, W.F.R. 1894. The study of animal variation. *Nature*, **50**:25-26.
- WELDON, W.F.R. 1895a. Attempt to measure the death-rate due to the selective destruction of *Carcinus moenas* with respect to a particular dimension. Report of the Committee for conducting statistical inquiries into the measurable characteristics of plants and animals. *Proceedings of the Royal Society*, **57**:360-379.
- WELDON, W.F.R. 1895b. The origin of the cultivated Cineraria. [Letters to the Editor]. *Nature*, **52**(1333):54.
- WELDON, W.F.R. 1902a. Mendel's laws of alternative inheritance in peas. *Biometrika*, **1**:228-254.
- WELDON, W.F.R. 1902b. On the ambiguity of Mendel's categories. *Biometrika*, **2**:44-54.
- WELDON, W.F.R. 1902c. Professor De Vries on the origin of species. *Biometrika*, **1**:365-374.
- WELDON, W.F.R. 1903. Mr Bateson's revisions of Mendel's theory of heredity. *Biometrika*, **2**:286-298.
- YULE, G.U. 1902. Mendel's laws and their probable relations to intra-racial heredity. *New Phytologist*, **1**(9):193-207.
- YULE, G.U. 1904. Prof. Johannsen on heredity. Letters to the Editor. *Nature*, **69**(1784):223-224.
- YULE, G.U. 1907. On the theory of inheritance of quantitative compound characters on the basis of Mendel's laws – A preliminary note. In: W. WILKINS (ed.), *Report of the 3rd International Conference of Genetics, Hybridization and General Plant-Breeding*, London, Royal Horticultural Society, p. 140-142.