

RELAÇÕES ENTRE BIOLOGIA E ESTATÍSTICA: KARL PEARSON E O PRINCÍPIO DA HOMOTIPOSE (1901-1902)

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins
Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Ribeirão Preto – USP/CNPq - Brasil

Katia Regina Venturineli
Universidade Nove de Julho – Brasil

Resumo

O objetivo deste artigo é discutir o princípio da homotipose proposto pelo matemático e estatístico inglês Karl Pearson. Serão levados em conta tanto os aspectos estatísticos como os aspectos biológicos. Procura elucidar se a baixa aceitação que recebeu pela maioria dos biólogos da época foi procedente. Este estudo levou à conclusão de que embora a análise estatística de Pearson tenha sido bastante cuidadosa, o conceito biológico da homotipose era equivocado.

Palavras-chave: Karl Pearson, homotipose, história da estatística, história da biologia.

[RELATIONS BETWEEN BIOLOGY AND STATISTICS: KARL PEARSON AND THE PRINCIPLE OF HOMOTYOMOTYPOSIS (1901-1902)]

Abstract

This paper aims to discuss the principle of homotyposis proposed by the English mathematician and statistician Karl Pearson, taking into account its statistical and biological features. It tries to elucidate if its low acceptance among most of the biologists of that time was sound. This study led to the conclusion that although Pearson's statistical analysis was very careful, the biological concept of homotyposis was wrong.

Keywords: Karl Pearson, homotyposis, history of statistics, history of biology.

1 Introdução

O nome de Karl Pearson¹ (1857-1936) é geralmente associado à matemática e estatística. Entretanto, poucos sabem que, no início do século XX, ele também propôs um conceito biológico, o princípio da homotipose, e procurou testá-lo utilizando ferramentas estatísticas.

Além da publicação de diversos trabalhos na área da estatística aplicada, Pearson e o biólogo Walter Frank Raphael Weldon (1860-1906) desenvolveram a escola biometricista, fundada por Francis Galton (1822-1911). Esta se caracterizava pela aplicação da estatística aos problemas biológicos voltados para a hereditariedade e evolução.

Nas décadas de 1890 e 1900, Pearson e sua equipe² investigaram uma grande distribuição amostral de uma população, e tomaram como objetivo a compreensão da variação, hereditariedade e seleção no reino animal e vegetal. Ao que tudo indica, tais estudos foram baseados em números (estatisticamente) grandes de espécimes, pois eles não estavam interessados na análise de dados de experimentos em pequena escala. Pearson desenvolveu uma teoria estatística com tabelas de funções matemáticas e métodos gráficos. Encontramos, na maioria nos trabalhos de Pearson, casos que envolviam duas variáveis em uma população. Ele procurou determinar se havia alguma relação entre essas variáveis. Em caso positivo, identificava tal relação.³

Em seus trabalhos, Pearson considerou o conceito da correlação, ou seja, se havia alguma relação estatisticamente significativa entre duas variáveis, representando-a através de gráficos. Calculou o valor do coeficiente de correlação (a medida da intensidade da associação linear entre duas variáveis).

Nessa época, o conceito da correlação já era de conhecimento dos estudiosos da área, como Galton, por exemplo, mas foi Pearson, que propôs, em seu artigo “Regression, heredity and panmixia” (1896), uma formulação para o mesmo:

$$r = \frac{n\sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{[n(\sum x^2) - (\sum x)^2][n\sum y^2] - (\sum y)^2}}$$

O valor⁴ de r é calculado com base em dados amostrais. É uma estatística amostral usada para medir o grau de correlação entre x e y , onde n representa o número de pares de dados presentes. Em seus trabalhos sobre o princípio da homotipose Pearson adotou tais cálculos e conceitos sobre correlação.

¹ Sobre a formação e carreira de Pearson ver, por exemplo, Eisenhart, 1981; Venturini, 2010, cap. 2.

² Sua equipe, no caso dos estudos sobre a homotipose, era formada por Alice Lee, C. D. Fawcett, Leslie Bramley-Moore, dentre outros, mas em outras investigações ele teve outros colaboradores como George Udny Yule, por exemplo.

³ Para mais detalhes sobre os trabalhos de correlação ver, por exemplo, Pearson, 1920.

⁴ O coeficiente de correlação independe das unidades de medida das variáveis x e y , pois se trata de um número adimensional e varia de -1 a 1, e não havendo relação entre x e y , temos $r = 0$.

A proposta do princípio da homotipose de Pearson gerou uma discussão com os biólogos da época, particularmente com William Bateson (1861-1926), contribuindo para a controvérsia mendeliano-biometricista (1902-1906)⁵. Esta controvérsia envolveu por um lado, Bateson e os mendelianos e por outro, os biometricistas liderados por Pearson e pelo biólogo Walter Frank Raphael Weldon caracterizando-se por divergências relacionadas à hereditariedade, evolução, no âmbito metodológico, luta pela autoridade no campo da hereditariedade e evolução e pela quebra de amizades.

O objetivo deste artigo é discutir a homotipose levando em conta tanto os aspectos biológicos como os aspectos estatísticos procurando averiguar se a recepção negativa por parte dos mendelianos e da maioria dos biólogos da época foi procedente.

Desde 1900, Pearson vinha pensando sobre a homotipose. Em uma carta para seu colaborador e amigo Weldon, ele assim se expressou: “Eu penso que hereditariedade e variação não têm nada a ver com o sexo [...]. Elas são simplesmente o resultado dos homotipos do indivíduo (= órgãos semelhantes indiferenciados) com certo grau de variação” (Carta de Pearson para Weldon, 7/10/1900, Pearson Papers, UCL, 266/9⁶; ênfase nossa).

No dia 6 de outubro de 1900, Pearson submeteu um artigo curto sobre a homotipose à *Royal Society*, lendo-o em uma reunião daquela sociedade. Bateson foi designado como um dos pareceristas que deveriam decidir se o artigo seria publicado no *Philosophical Transactions of the Royal Society*⁷.

Pearson, que também se correspondia com Francis Galton, mencionou suas idéias acerca da homotipose. Entretanto, Galton apontou alguns problemas na terminologia utilizada por Pearson. Ele considerou haver uma “obscuridade verbal” em relação ao termo “homotipose” já que algumas vezes Pearson o descrevia como “princípio” e outras como “grau de semelhança”, embora ele considerasse a filosofia do artigo muito interessante. (Carta de Galton para Pearson, 13 de novembro de 1900, Galton Papers, UCL 245/18C; Martins, 2007a).

Em 1901 o resumo de Pearson sobre a homotipose foi publicado no *Proceedings of the Royal Society* e posteriormente o artigo completo no *Philosophical Transactions of the Royal Society*. A seguir, no mesmo periódico foi publicado o artigo com as críticas de Bateson e depois a resposta de Pearson às críticas de Bateson no recém fundado periódico, *Biometrika*. Bateson solicitou um espaço em *Biometrika* para dar sua resposta, mas considerou que o espaço que lhe fora concedido era muito reduzido, recusando a oferta. Neste ínterim ocorreu a publicação de um artigo de Weldon em *Biometrika* criticando as concepções mendelianas, considerado o estopim da controvérsia mendeliano-biometricista.

⁵ Ver a respeito da controvérsia, por exemplo, em: Olby, 1988; Magnello, 1998; Norton, 1975; De Mairrais, 1974; Martins, 2005; Martins, 2007b.

⁶ A sigla UCL se refere ao *University College* de Londres e a numeração especifica o documento consultado nas *Special Collections* desta instituição. Neste artigo, utilizamos documentos de duas coleções: *Pearson Papers* e *Galton Papers*.

⁷ Até este momento, Pearson e Bateson mantinham uma relação cordial. Entretanto, a situação se modificou a partir de 1901, através de uma controvérsia que se deu principalmente nas páginas do *Proceedings of the Royal Society* e de *Biometrika*. (Para maiores detalhes ver, por exemplo, Martins, 2007a; Martins, 2007b, pp. 174-175).

Bateson respondeu então a Pearson e Weldon no livro *Mendel's principles of heredity: a defence* (1902).

Mas afinal, o que era a homotipose de Pearson?

Pearson definiu a homotipose como sendo o “princípio de semelhança e diversidade entre homotipos” (Pearson, 1901, p. 2). A seu ver, os homotipos seriam “órgãos semelhantes não diferenciados que têm a mesma função” como, por exemplo: corpúsculos do sangue, cabelos, escamas, espermatozóides, óvulos, brotos, folhas, flores.

Ele tinha dois objetivos em sua investigação: verificar se havia um grau maior de semelhança entre os homotipos de um mesmo indivíduo ou entre os homotipos de indivíduos diferentes e esclarecer se os homotipos de um indivíduo podiam ser considerados uma amostra dos homotipos da raça.

2 Testando a homotipose

Procurando encontrar respostas para essas questões, Pearson juntamente com Alice Lee, Ernest Warren, Agnes Fry e C. C. D. Fawcett, coletaram grande quantidade de material do reino vegetal. Eles coletaram material suficiente para elaborar “22 séries com 29 tabelas de correlação” (Martins, 2007a). O resultado deste estudo sobre homotipose foi a publicação de um longo artigo com quase 100 páginas de autoria de Pearson (1901).

Pearson e seus colaboradores recolheram uma grande amostra do reino vegetal, da qual faziam parte folhas da faia, em uma centena de árvores de mesma idade e reuniram de cada árvore 26 folhas. Fizeram a coleta verificando características como a região, mesma altura e diferentes partes do ramo da árvore. Supunham que cada árvore era individualizada pelas 26 folhas. As nervuras nessas folhas foram contadas e seu número variava entre 10 e 22. Calcularam todos os pares possíveis $\frac{1}{2} (26 \times 25) = 325$ em número; como a tabela de correlação foi representada simetricamente considerando pelo início de qualquer uma das folhas no par como primeiro ou segundo, então, uma árvore levou 650 entradas. O total de 100 árvores estudadas resultou em 650.000 entradas (Pearson, 1901, p. 293; ver tabela abaixo com dados sobre as folhas da árvore chamada freixo⁸ encontrada em Monmouthshire).

⁸ O freixo é uma árvore nativa da Europa, da mesma família da oliveira.

TABLE III.—(iii.) Monmouthshire Ashes.

Number of Pinnae on First Leaf.

	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	Totals.
3	—	—	4	2	9	1	8	0	1	—	—	—	—	—	25
4	—	2	0	5	19	3	66	8	21	1	—	—	—	—	135
5	4	0	34	18	208	36	366	47	269	24	38	6	—	—	1050
6	2	5	18	10	106	21	251	32	138	2	15	0	—	—	600
7	9	19	208	106	1450	280	2594	283	1593	132	277	9	14	1	6975
8	1	3	36	21	280	60	464	86	365	19	38	1	1	0	1375
9	8	66	366	251	2594	464	8022	1227	6468	430	950	24	28	2	20900
10	0	8	47	32	283	86	1227	222	1344	94	216	2	13	1	3575
11	1	21	269	138	1593	365	6468	1344	9292	841	1924	46	93	5	22400
12	—	1	24	2	132	19	430	94	841	138	366	12	16	0	2075
13	—	—	38	15	277	38	950	216	1924	366	1388	45	131	12	5400
14	—	—	6	0	9	1	24	2	46	12	45	2	3	0	150
15	—	—	—	—	14	1	28	13	93	16	131	3	22	4	325
16	—	—	—	—	1	0	2	1	5	0	12	0	4	0	25
Totals....	25	125	1050	600	6975	1375	20900	3575	22400	2075	5400	150	325	25	68000

Number of Pinnae on Second Leaf.

2 3 2

Tabela 1. Freixo de Monmouthshire - Número de folíolos (pinna)⁹

Fonte: Pearson (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 the of that race. Part I. Homotypos in the vegetable kingdom, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 197, p. 299.

⁹ Pinna é um folíolo ou cada uma das partes que constituem uma folha composta.

A figura abaixo, apresentada por Pearson em uma publicação posterior ao seu artigo de 1901 sobre homotipose, elucida o procedimento de contagem em suas amostras, detalhes e representações em número de nervuras dos lados esquerdo e direito das folhas da faia.

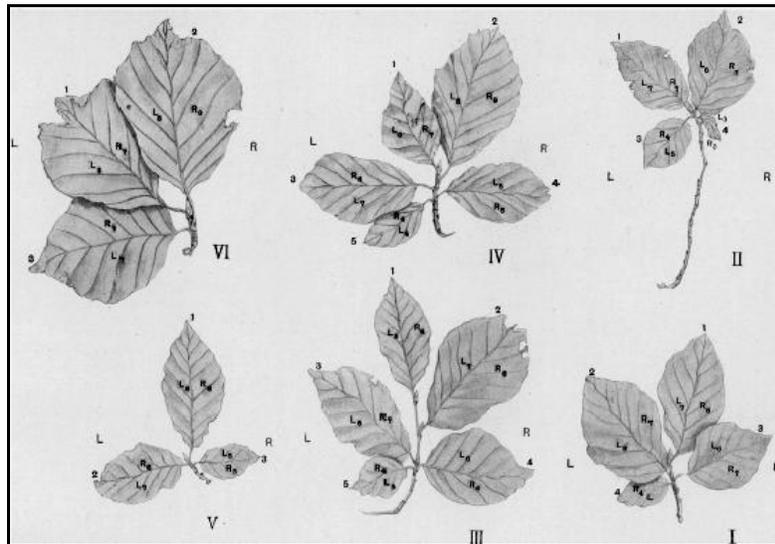


Figura 1. Sobre a diferenciação e homotipose das folhas de *Fagus sylvatica*¹⁰

Fonte: Pearson; Radford (1904), On differentiation and homotypy in the leaves of *Fagus sylvatica*, *Biometrika* 3 (1), p.106

Pearson e sua equipe coletaram, contaram e calcularam um grande número de amostras. Além das folhas da faia, foram coletadas outras como as da papoula e do azevinho. Todas foram calculadas e tabuladas. Apesar de estar consciente da complexidade do seu trabalho, na coleta e tabulação de dados, Pearson considerou que a folha seria o material mais satisfatório em sua pesquisa. Ele descreveu detalhadamente a forma de recolhimento e verificação das características das folhas.

Em sua primeira série, Pearson e sua equipe verificaram o número de folíolos na folha da faia (*Fraxinus excelsior*). Tal série consistia em 26 folhas tiradas de 109 árvores, chegando a um número de 70.850 pares. Neste caso, quase todas as árvores eram grandes e velhas e haviam crescido em Great e Little Hampden, Buckinghamshire. Em sua segunda série de dados, recolheram 25 folhas de cada uma das 120 árvores. Estas árvores eram jovens e estavam nos arredores de Lyme Regis em Dorsetshire. O número de pares era igual a 73.000. A terceira série consistia de 26 folhas de cada uma das 100 árvores retiradas em Monmouthshire (Pearson, 1901, pp. 294-295). Pearson apresentou uma tabela com os

¹⁰ Faia europeia, árvore pertencente à família Fagaceae.

resultados numéricos, descrevendo o número de árvores, folhas, pares e a correlação. A tabela com os valores obtidos está reproduzida logo abaixo:

Series.	Number.			Mean No. of leaflets.	S. D. of leaflets.	Correlation.
	Trees.	Leaves.	Pairs.			
Buckinghamshire	109	2834	70850	10·1295 ± ·0214	1·6891 ± ·0151	·3743 [± ·0109]†
Dorsetshire . .	120	3120	78000	9·7260 ± ·0239	1·9759 ± ·0169	·3964 [± ·0102]
Monmouthshire .	100	2600	65000	9·8766 ± ·0265	2·0058 ± ·0188	·4047 [± ·0111]
Mean of series .	—	—	—	9·9107	1·8903	·3918

Tabela 2. Semelhança entre as folhas da faia

Fonte: Pearson (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 the of that race. Part I. Homotypos in the vegetable kingdom, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 197, p. 295.

Pearson (1901, p. 300) também tabulou o número de nervuras nas folhas da faia e da castanheira. Detalhou como havia sido efetuada a coleta (ao acaso, ao redor da árvore; no outono, etc.) e o modo pelo qual contou o número de nervuras nestas folhas (nervuras próximas da ponta da folha, uso de lentes, observação da folha em vários ângulos etc.). Calculou a média das nervuras da castanheira, chegou a um número modal das folhas, e comparou a variabilidade das “raças” *Castanea vulgaris*¹¹ e *Fraxinus excelsior* (Pearson, 1901, p. 302) Contou o número de espinhos do azevinho, as listras estigmáticas nas cápsulas de sementes (flor e broto) das papoulas, obtendo assim a maior tabela de correlação em seu trabalho, com a papoula *Chelsea* tendo uma entrada de 197.478 pares.

Além de explicar os critérios que utilizou na seleção das características estudadas, Pearson comentou as dificuldades que encontrou em sua investigação. Precisou utilizar muitas vezes instrumentos como lupa, microscópio, por exemplo. Mesmo sendo auxiliado por uma equipe empenhada neste estudo, em alguns momentos trabalhou sozinho na contagem de certas séries. Na tabela reproduzida abaixo aparecem os resultados gerais que foram encontrados para a correlação homotípica.

¹¹ Castanheira (árvore que produz a castanha portuguesa), da mesma família da faia (Fagaceae).

Race.	Character.	Percentage variation.	Correlation.	Remarks.
Mushroom, Hampden . . .	Lengths of gills . . .	50·92	·8607	} All these results introduce a correlation due to stages of growth and accordingly are not included in the determination of means.
" " . . .	Breadths of gills . . .	67·67	·7363	
" " . . .	Lengths and breadths of gills . . .	—	·6275	
Wild Ivy, mixed localities . . .	Lengths of leaves . . .	82·73	·5618	
" " . . .	Breadths of leaves . . .	84·56	·5332	
" " . . .	Lengths and breadths of leaves . . .	—	·5157	
(i.) Ceterach, Somersetshire	Lobes on fronds . . .	77·57	·6311	} Said to be largely affected by growth and environment.
(ii.) Hartstongue, Somersetshire	Sori on fronds . . .	77·64	·6303	
(iii.) Shirley Poppy, Chelsea . . .	Stigmatic bands . . .	78·86	·6149	} Much selected in transit. Possibly slightly heterogeneous.
(iv.) English Onion, Hampden	Veins in tunics . . .	79·18	·6108	
(v.) Holly, Dorsetshire . . .	Prickles on leaves . . .	80·11	·5985	} Heterogeneous.
(vi.) Spanish Chestnut, mixed	Veins in leaves . . .	80·65	·5913	
(vii.) Beech, Buckinghamshire	Veins in leaves . . .	82·17	·5699	} Possibly influenced by individual growth.
(viii.) <i>Papaver Rhoeas</i> , Hampden	Stigmatic bands . . .	82·71	·5620	
(ix.) Mushroom, Hampden . . .	Gill indices . . .	83·58	·5490	
(x.) <i>Papaver Rhoeas</i> , Quantocks	Stigmatic bands . . .	84·59	·5333	} All from one field.
(xi.) Shirley Poppy, Hampden	Stigmatic bands . . .	85·18	·5238	
(xii.) Spanish Chestnut, Buckinghamshire	Veins in leaves . . .	88·51	·4655	
(xiii.) Broom, Yorkshire . . .	Seeds in pods . . .	90·96	·4155	} All from one field.
(xiv.) Ash, Monmouthshire . . .	Leaflets on leaves . . .	91·44	·4047	
(xv.) <i>Papaver Rhoeas</i> , Lower Chilterns	Stigmatic bands . . .	91·66	·3997	
(xvi.) Ash, Dorsetshire . . .	Leaflets on leaves . . .	91·81	·3964	} From two localities and possibly slightly influenced by differentiation.
(xvii.) Ash, Buckinghamshire . . .	Leaflets on leaves . . .	92·73	·3743	
(xviii.) Holly, Somersetshire . . .	Prickles on leaves . . .	93·12	·3548	} Differentiation of organs due to position on stem.
(xix.) Wild Ivy, mixed localities	Leaf indices . . .	96·21	·2726	
(xx.) <i>Nigella Hispanica</i> , Slough	Segments of seed-capsules . . .	98·18	·1899	} Principally spread from one clump by stolons.
(xxi.) <i>Malea Rotundifolia</i> , Hampden	Segments of seed-vessels . . .	98·32	·1827	
(xxii.) Woodruff, Buckinghamshire	Members of whorls . . .	98·49	·1733	} Members really different in morphological origin.
Mean of 22 cases . . .	—	87·44	·4570	

Tabela 3. Resultados gerais para a correlação homotípica.

Fonte: Pearson (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 the of that race. Part I. Homotypos in the vegetable kingdom, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 197, p.356.

Pearson comentou sobre as dificuldades encontradas: “Encontrei certa dificuldade em resumir e comparar os resultados que obtive sobre correlação fraternal com aqueles obtidos pelos meus colegas” (Pearson, 1901, p. 355). Mesmo com tais dificuldades em relação à análise dos resultados, ele incluiu todos os resultados homotípicos. Assim,

elaborou a tabela contendo o resumo de todos os resultados que havia obtido no estudo sobre correlação homotípica e a tabela abaixo sobre a correlação fraternal.

Race.	Sex.	Character.	Source of material.	No. of cases.	Reduced by	Correlation.	Remarks.
(i.) Dolphin	♀ & ♂	Length of spine	ERNEST WARREN	330	K. PEARSON	.6934	Probably much too high, owing to heterogeneity introduced by the selection of a few mothers only.
(ii.) Horse	♀ & ♂	Coat-colour.	WEATHERBY'S Studbooks	1000	K. PEARSON, L. BRAMLEY-MOORE, and A. LEE	.6928	Probably much too high, owing to heterogeneity introduced by the use of comparatively few sires.
(iii.) "	♂ & ♂	"	"	1000		.6232	
(iv.) "	♂ & ♀	"	"	1000		.5827	
(v.) Man.	♀ & ♂	Forearm.	PEARSON, family data.	441	A. LEE	.5424	One pair only from each family.
(vi.) Hound (Basset)	mixed	Coat-colour.	GALTON, from studbook	—	K. PEARSON and A. LEE	.5257	All members of litter without regard to sex.
(vii.) Man	♂ & ♂	Eye-colour.	GALTON, family data	1500	K. PEARSON	.5169	All possibly pairs in family taken.
(viii.) "	♀ & ♀	Cephalic index	FRANZ BOAS, N. A. Indians	—	C. FAWCETT	.4890	Paternity doubtful.
(ix.) "	♂ & ♀	Eye-colour.	GALTON, family data	1500	K. PEARSON	.4615	See remark to (vii.).
(x.) "	♀ & ♀	"	"	1500	"	.4463	"
(xi.) "	♀ & ♀	Stature.	"	595	"	.4436	"
(xii.) "	♂ & ♂	"	"	605	"	.3913	"
(xiii.) "	♂ & ♂	Cephalic index	FRANZ BOAS, N. A. Indians	—	C. FAWCETT	.3730	See remark to (viii.).
(xiv.) "	♂ & ♀	Stature	GALTON, family data	1181	K. PEARSON	.3754	See remark to (vii.).
(xv.) "	♂ & ♀	Cephalic index	FRANZ BOAS, N. A. Indians	—	C. FAWCETT	.3400	See remark to (viii.).
(xvi.) "	♀ & ♀	Longevity	Quaker records	1050	M. BEETON	.3323	Reduced below true value by non-selective deaths.
(xvii.) "	mixed	Temper	GALTON, family data	1294	K. PEARSON	.3167	Character very indefinite, and difficult to estimate.
(xviii.) "	♂ & ♂	Longevity	Peerage records	1000	M. BEETON	.2602	See remark to (xvi.).
(xix.) "	♂ & ♀	"	Quaker records	1947	"	.1973	"
—	—	—	—	—	Mean of 19 series	.4479	—

Tabela 4. Resultados gerais para a correlação fraternal

Fonte: Pearson (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 the of that race. Part I. Homotypos in the vegetable kingdom, *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 197, 1901, p.357.

Pearson deduziu a relação expressa acima a partir dos resultados das tabelas. A intensidade da homotipose em todo o reino vegetal situava-se entre 0.4 e 0.5. Este foi também o valor médio que ele encontrou para a correlação fraternal.

Além disso, o cientista tabelou a variação percentual de uma característica específica de sua amostra, sendo que não comparou características diferentes em espécies diferentes. Porém, ao analisar os dados sobre a correlação homotípica, ele concluiu que não havia relação linear entre a intensidade da variabilidade e da homotipose. Justificou tais resultados relatando que suas estatísticas cobriram somente uma pequena parte do reino vegetal, porém segundo ele, elas representavam “o único material até o presente, (...) obtido a partir de fatos quantitativos e não adquiridos de uma estimativa geral” (Pearson, 1901, p. 362).

2.1 As conclusões de Pearson

A partir da investigação desenvolvida juntamente com seus colaboradores, Pearson chegou a algumas conclusões tais como:

- Entre irmãos há um determinado grau de semelhança e diferença em relação aos homotipos.
- No mesmo indivíduo os homotipos, embora muito semelhantes, não são idênticos.

Além disso, que a homotipose é uma característica constante para a raça; a heterogeneidade dos homotipos aumenta com a idade e localidade; o valor da correlação fraternal (semelhança quantitativa) entre os descendentes de um mesmo progenitor deve ser o mesmo que é encontrado entre órgãos semelhantes indiferenciados do organismo de um indivíduo (Pearson, 1901 a, p. 4). Ao que tudo indica a homotipose do reino vegetal e animal tem aproximadamente o mesmo valor; a homotipose é uma lei natural que pode explicar uma grande variedade de fenômenos vitais (Pearson, 1901 a, p. 5).

Em suas palavras:

*Certamente ele [o princípio da homotipose] não explica a hereditariedade, mas mostra a hereditariedade como uma fase de um processo mais amplo – a produção de uma série de órgãos indiferenciados com certo grau de semelhança. As poucas séries que obtive inicialmente parecem mostrar que a homotipose do reino vegetal e animal tem aproximadamente o mesmo valor, e me ocorreu que estamos aqui diante de uma **lei natural** bastante difundida* (Pearson, 1901 a, p. 1; ênfase nossa).

Em termos biológicos, Pearson concluiu que “a herança não é um aspecto peculiar das células reprodutivas” e que “o problema da hereditariedade voltar-se-ia amplamente para o modo pelo qual a semelhança entre tais órgãos é modificada, se é realmente modificada, pelas condições de nutrição, crescimento e meio em geral. [...]” (Pearson, 1901, p. 288). Além disso, que a variabilidade não é uma peculiaridade da reprodução sexual, mas sim da produção de órgãos indiferenciados semelhantes.

Em suas publicações Pearson relatou que a homotipose envolve não somente certo grau de semelhança no grupo de homotipos, mas também certo grau de variação. Ao calcular a variação percentual do indivíduo, utilizou o desvio padrão do conjunto, por considerá-lo uma medida razoável de variabilidade. Indicou tais valores como na tabela apresentada na coluna intitulada variação percentual.

Para Pearson, o princípio da homotipose era fundamental na natureza e de algum modo poderia ser “a fonte da hereditariedade” (Martins, 2007a). De acordo com William B. Provine, partindo dessa suposição e dos valores obtidos nas tabelas, Pearson acreditou ter provado que a variação de órgãos semelhantes indiferenciados em um indivíduo era o mesmo fenômeno que a variação entre irmãos (Provine, 2001, pp. 60-61).

3 Considerações finais

A presente análise mostrou que a proposta de Pearson envolveu dois aspectos: um aspecto biológico que diz respeito ao próprio conceito da homotipose e um aspecto estatístico relacionado ao teste desta hipótese. Para podermos avaliar se a recepção negativa da proposta de Pearson por parte de Bateson e da maioria dos biólogos da época foi procedente, temos que considerar duas questões: até que ponto o conceito biológico (homotipose) estava de acordo com os conhecimentos da época, e até que ponto Pearson e colaboradores empregaram de modo adequado as ferramentas estatísticas para testá-lo.

Em termos biológicos, Pearson concluiu que “a herança não é um aspecto peculiar das células reprodutivas” e isso não é procedente já que na época se sabia que somente seria transmitido aos descendentes aquilo que fosse modificado no plasma dos gametas, como havia proposto August Weismann em 1889 (Weismann, 1893; Martins, 2003, p. 53). Outro problema foi considerar os gametas (óvulo e espermatozoide) como órgãos indiferenciados quando, na realidade, eles são diferenciados. Do ponto de vista metodológico, procurar generalizar a partir de poucos casos estudados dentro do reino vegetal uma lei que se aplicava a todos os organismos (vegetais e animais) é também problemático.

Constatando que a homotipose envolve não somente certo grau de semelhança no grupo de homotipos, mas também certo grau de variação, Pearson calculou a variação percentual do indivíduo, utilizando o desvio padrão do conjunto, por considerá-lo uma medida razoável de variabilidade, indicando tais valores como na tabela apresentada na coluna intitulada variação percentual. Estimou que intensidade da homotipose em todo o reino vegetal, de modo análogo ao valor médio da correlação fraternal situa-se entre 0,4 e 0,5. Apresentou os resultados finais da correlação homotípica na tabela “Resultados gerais para correlação homotípica” que reproduzimos anteriormente neste artigo (Tabela 3).

Pearson baseou-se nos resultados estatísticos (valores numéricos) para justificar suas concepções acerca da hereditariedade e evolução. Nesse sentido, seus dados, cálculos e tabelas descreveram corretamente as características verificadas nos “homotipos” estudados. Desse modo, utilizou a biometria procurando justificar seus conceitos biológicos e hipóteses.

Havia diferenças entre a metodologia empregada por Pearson e os biometricistas e a metodologia empregada pelos biólogos da época. O próprio Pearson apontou um problema, que dizia respeito à própria escolha das características a serem estudadas. Ao

tratar das características das folhas coletadas, ele comentou que havia uma diferença entre os critérios adotados por um botânico e por um estatístico na escolha das características a serem estudadas. Ele comentou:

Devo confessar que há divergência entre os pontos de vista do botânico e do estatístico. Para o último uma característica é boa ou ruim se ela propicia facilidades para uma medição ou enumeração razoavelmente fácil. Primeiro, ele tem que procurar essas características como condição indispensável, e depois questionar o quanto elas ocorrem nos órgãos similares indiferenciados. Por outro lado, o biólogo proverá uma lista de tais características na vida animal ou vegetal e não naquelas que estão disponíveis para medição e a contagem (Pearson, 1901, pp. 324-325).

Constatamos que, em seu artigo sobre o princípio da homotipose, Pearson não se preocupou em desenvolver uma teoria ou técnicas estatísticas. Tinha em mente as aplicações dos métodos estatísticos para a resolução dos problemas que envolviam hereditariedade e evolução.

Podemos concluir que, mesmo Pearson adotando conceitos estatísticos coerentes para a explicação de seu princípio, baseou-se em conceitos biológicos equivocados. A herança não é um caso particular da homotipose como ele pensava. Por outro lado, a variação de órgãos semelhantes indiferenciados em um indivíduo não é o mesmo fenômeno que a variação entre irmãos como ele acreditava. Assim, do ponto de vista biológico, as críticas de Bateson e dos biólogos da época foram procedentes ainda que a maioria deles tivesse dificuldades em acompanhar sua cuidadosa análise estatística.

Agradecimentos

Uma das autoras, Lilian Al-Chueyr Pereira Martins, agradece o apoio recebido do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil) e da FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) bem como à Sra. Gill Furlong, curadora de manuscritos das *Special Collections* do *London University College* e sua equipe.

Referências Bibliográficas

- EISENHART, Churchill. Pearson, Karl. In: GILLISPIE, C. **Dictionary of Scientific Biography**, v. 10, p. 447-472. New York: Charles Scribners Sons, 1981.
- MAGNELLO, Eileen. Karl Pearson's Gresham lectures: W. F. R. Weldon, speciation and the origins of Pearsonian statistics. **British Journal for the History of Science**, v. 29: p. 43-63, 1998.
- MARRAIS, Robert de. The double-edged effect of Sir Francis Galton: a search for the motives in the Biometrician-Mendelian debate. **Journal of the History of Biology**, n. 7, p. 41-174, 1974.

- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira August Weismann e evolução: os diferentes níveis de seleção. **Revista da SBHC**, v. 1(1), p. 53-74, 2003.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. La controversia mendeliano-biometricista: un estudio de caso. In: FAAS, Horacio; SAAL, A. e VELASCO, Marisa (eds.). **Epistemología e Historia de La Ciencia. Selección de trabajos de las XV Jornadas**. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, p. 501-508, 2005.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira Karl Pearson, William Bateson e a controversia da homotipose, **Episteme**, v. 26, 2007a.
- MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Weldon, Pearson, Bateson e a controversia mendeliano-biometricista: uma disputa entre evolucionistas. **Filosofia Unisinos**, v. 8 (2), p. 170-190, 2007b.
- NORTON, Bernard J. Karl Pearson and Statistics: the social origins of scientific innovation. **Social Studies of Science**, v. 8 (1). p. 3-34, 1978.
- OLBY, Robert. The dimensions of scientific controversy: the Biometric-Mendelian debate, **British Journal for the History of Science**, v. 22, p. 299-320, 1980.
- PEARSON, Karl. III. Regression, heredity and panmixia. **Philosophical Transactions of the Royal Society A**, v. 187, p. 253-318, 1896.
- PEARSON, Karl. 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. Homotypos in the Vegetable Kingdom. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, v. 197, p. 285 – 379, 1901.
- PEARSON, Karl. Notes on the history of correlation. **Biometrika**, v. 13, p. 25- 45, 1920.
- PEARSON, Karl; RADFORD, Marion. On differentiation and homotyposis in the leaves of *Fagus sylvatica*. **Biometrika**, v. 3(1), p. 104-107, 1904.
- PROVINE, William. **The origins of theoretical population genetics**. Chicago: The University of Chicago Press, 2001, 240 p.
- VENTURINELI, Katia Regina. **O princípio da homotipose em Karl Pearson: Aspectos biológicos e estatísticos**. São Paulo, 2010. 70 p. Dissertação (Mestrado em História da Ciência). Pontifícia Universidade Católica.
- WEISMANN, August. **The germ-plasm. A theory of heredity**. Parker, Newton; Rönnfeldt, Harriet (trads.). New York: Charles Scribner's Sons, 1853, 518 p.

Lilian Al-Chueyr Pereira Martins

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de
Ribeirão Preto-FFCLRP-USP
Departamento de Biologia
E-mail: lacpm@ffclrp.usp.br

Katia Regina Venturineli

Universidade Nove de Julho – UNINOVE -
Departamento de Exatas – São Paulo
E-mail: katiaventurinel@uninove.br