

O CITOPLASMA NA HEREDITARIEDADE

E. A. GRANER

Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Quelroz"

da

Universidade de S. Paulo

Em recentes trabalhos, alguns publicados nesta "Revista de Agricultura", agora reunidos na forma de um livro intitulado "O Citoplasma e o Núcleo no Desenvolvimento e na Hereditariedade", o Prof. S. de TOLEDO PIZA JR. centraliza as suas observações em volta de dois problemas principais: a hereditariedade citoplasmática e o comportamento dos cromossômios na hereditariedade.

Sobre êste último tive já ocasião de escrever um apanhado para a revista "A Biologia Educacional", editada em S. Paulo e que será publicado no seu próximo número. Nêle procurei fazer, de uma maneira bastante geral, um resumo dos principais fatos da genética a partir da redescoberta das leis mendelianas em 1900. Referi-me à teoria de linkage, de MORGAN, e à sua prova citológica apresentada por MCCLINTOCK e STERN em 1930 e às várias tentativas para se conhecer a natureza, tanto morfológica como química, do gen. Fiz a seguir, rapidamente, referencias às novas idéas de GOLDSCHMIDT sôbre a natureza e a constituição do gen, apresentadas no seu livro de 1938 e baseadas na teoria de MORGAN da ordem linear e nos desenvolvimentos da química e da genética nestes últimos tempos. Procurei depois, referindo-me á teoria apresentada por PIZA em 1930, que rejeita a teoria da ordem linear e está ba-

seada em criticas aos fatos da genetica, mostrar que, na minha opinião, não ha nenhuma relação entre as duas teorias citadas, uma vez que elas têm bases completamente diferentes.

No que se refere ao citoplasma, não concordamos tambem com as conclusões a que chegou o autor, conclusões essas baseadas principalmente numa analise da embriogênese dos insetos. A afirmação de que o citoplasma tem maior importância do que o núcleo parece muito exagerada. A devida importância do citoplasma já é desde ha muito conhecida dos geneticistas, não constituindo isso, portanto, nada de novo. Acha-mos que o autor não tem razão quando assim escreve: "O genetista reconhece que a contribuição dos pais é a mesma no que toca aos cromossômios e não considera a parte que cabe ao citoplasma" (1941, pg. 122). Para mostrar, sem entrar em detalhes da literatura, porque assim pensamos, basta dizer que todos os livros sôbre genética trazem sempre um capítulo sôbre o citoplasma e transcrever o que se encontra nos mais recentemente publicados:

GOLDSCHMIDT, R. — *Physiological Genetics*. Mc Graw-Hill Book Company, Inc. — New York and London, 1938:

Pg. 263-281: III. The Cytoplasm and the activation of the gene.

Pg. 280-281. 4 — Conclusions.

"Thus we conclude that the cytoplasm is mainly the substratum for genic action, in which all those decisive process take place which constitute development and which are steered by the genes. The specificity of the cytoplasm is therefore one of the prerequisites of orderly development, and this is tacitly assumed when the action of the genes is being discussed. The specificity of the cytoplasm probably increases with the systematic distance of the forms, and it may find expression in crossing experiments in a different result of the action of the same genes in different cytoplasm. Thus far, however, no fact is known that would force us to assume that specific hereditary traits exist that are transmitted through the cyto

plasm and are individually caused by a genetic property of the cytoplasm. The plastids of plants are probably a third independent constituent of the cell in regard to heredity".

Traduzindo e grifando: "Assim, concluímos que o citoplasma é, principalmente, o substrato para a ação do gen, onde todos aqueles processos decisivos que constituem o desenvolvimento e que são governados pelos gens, tomam lugar. A especificidade do citoplasma é porisso um dos requisitos do desenvolvimento metódico e isto fica tacitamente admitido quando a ação dos gens está sendo discutida. A especificidade do citoplasma provavelmente aumenta com a separação sistemática das formas e em experiências de cruzamento, diferentes resultados da ação dos mesmos gens podem aparecer em citoplasma diferente. Até agora porém nenhum fato é conhecido para forçar-nos a admitir a existência de peculiaridades hereditárias específicas transmitidas pelo citoplasma e individualmente determinadas por uma propriedade genética do citoplasma. Os plástídeos das plantas são provavelmente um terceiro constituinte independente da célula no que se refere à hereditariedade".

WADDINGTON, C. H. — An Introduction to modern genetics. The McMillan Company, New York, 1939.

Pg. 275-278: B. Cytoplasmic Differences.

Pg. 275: Linhas 23 e 27:

"It is probable, in fact, that in nearly all species the characteristics of the egg-cytoplasm are entirely dependent on the activities of the chromosomes. It is only in comparatively few cases, wich will be reviewed below, that we can discover cytoplasmic factors which can be perpetuated in the absence of the appropriate chromosomes".

Pg. 277; Linhas 1-a 4:

".....But, as we have said, the degree of importance of the cytoplasm is very different in different characters, and

WETTSTEIN concludes that development must always be regarded as the result of the interaction between the genes and the cytoplasm".

Traduzindo e grifando: "É provavel, de fato, que em quasi todas as espécies os *caracteristicos do citoplasma do ovo são inteiramente dependentes das atividades dos cromosômios. Comparativamente, só em poucos casos, que serão revistos abaixo, podemos descobrir fatores citoplasmaticos que podem ser perpetuados na ausência de cromosômios apropriados*". ".....Mas, como dissemos, o gráu de importância do citoplasma é bastante diferente em caracteres diferentes e WETTSTEIN concluiu que *o desenvolvimento deve sempre ser considerado como o resultado da interação entre gens e citoplasma*".

STURTEVANT, A. H. and W. BEADLE. — An Introduction to Genetics. W. B. Saunders Company — Philadelphia and London, 1940.

Pg. 331-333. Cytoplasmic Inheritance.

Pg. 332: Relation of Genes and Cytoplasm. One may not conclude that the cytoplasm is of no importance in development. It is obvious that, if it were possible to dissect out a complete set of genes and place them in a vacuum, they would not produce an organism. The cytoplasm is not only a necessary medium for the growth of genes and for the production of their specific effects; it is itself specific. There is abundant evidence that the cytoplasm of different species, and even of different individuals, has a highly specific composition. The question at issue, however, is: Is the specificity of the cytoplasm to be referred back to the specificity of the genes, or is it a permanent property that reproduces itself regardless of the genes present? That is, do the genes modify the nature of the cytoplasm, and, given time, mould it into a specificity determined by their own properties? At present the most probable answer to these question is: Only the chloroplasts are known to have permanent properties independent of the genes in the chromosomes".

Traduzindo e grifando: "Não se pode concluir que o citoplasma não é de importância no desenvolvimento. É evidente que, se fosse possível separar um conjunto de gens e colocá-lo no vacuo, êle não produziria um organismo. O citoplasma não somente é um meio necessário para o crescimento dos gens e para a produção dos seus efeitos específicos: êle próprio é específico. Há bastante evidência que o citoplasma de espécies diferentes, e também de indivíduos diferentes, tem uma composição altamente específica. A questão para concluir, porém, é: É a especificidade do citoplasma determinada pela especificidade dos gens ou é ela uma propriedade permanente que se reproduz sem o concurso dos gens? Isto é, os gens modificam a natureza do citoplasma e com o tempo, moldam-no numa especificidade determinada pelas suas próprias propriedades? No momento, a resposta mais provável para estas questões é: Unicamente os cloroplastes são conhecidos como tendo propriedades permanentes e independentes dos gens nos cromosômios".

*

* *

Verifica-se assim que o citoplasma na hereditariedade, em vez de esquecido pelos geneticistas, foi bastante estudado e que, se nada mais se sabe sobre o seu comportamento, além daquilo tão bem resumido nas palavras dos autores citados, não foi por falta de experimentação mas sim por não apresentarem as experiências outros resultados além daqueles já conhecidos.

PIZA, para mostrar a importância do citoplasma na hereditariedade, baseia-se nas diferenciações da embriogenese, principalmente nos ovos de alguns insetos. Estes casos não são nada de novo para os geneticistas, pois é desde muito tempo sabido que existem dois tipos extremos de embrião: os provenientes dos chamados ovos "mosaicos", com regiões citoplasmáticas diferenciadas muito de início e os provenientes dos chamados ovos "reguladores", que não apresentam nenhuma diferenciação inicial. Porém, como sabemos hoje, esses dois tipos extremos estão ligados por uma série de casos interme-

diários, desaparecendo assim a separação rigorosa entre êles, conforme se pode verificar em HARTMANN (Allgemeine Biologie, 1927): "Auf derlei Unterschieden im zeitlichen Auftreten der Determinierung und im Grade ihrer Festlegung beruht der Unterschied zwischen Regulations — und Mosaikeiern. Dieser Unterschied ist demnach kein prinzipieller, sondern ein gradueller, fließender, wie auch die Experimente gezeigt haben. Das typische Regulationsei von *Triton* ist im ungeteilten Zustand oder Zweizellstadium bereits in bestimmten Bezirken determiniert (Organisator), und das extreme Mosaikei von *Ascaris* erwies sich noch regulationsfähig".

Traduzindo: Tais diferenças no aparecimento cronológico da determinação e no seu grau de fixidez, determinam a distinção entre ovos "mosaicos" e "reguladores". Consequentemente, essa distinção não é rígida, mas gradual, flutuante, como foi também demonstrado pelas experiências. O típico ovo do grupo "regulador", *Triton*, é já determinado (organizador) em regiões definidas na sua fase ainda não dividida ou no estado de duas células, e o ovo "mosaico" extremo de *Ascaris* mostrou-se ser ainda possível de ser regulado".

Não se pode portanto generalizar aquilo que se apresenta como um caso especial no desenvolvimento e PIZA não pode selecionar o tipo extremo e favorável às suas idéas para fazer prevalecer o seu ponto de vista. Mas, mesmo no grupo de ovos "mosaicos", e dentro dos insetos, existem casos contrários às conclusões de PIZA, de acordo com trabalhos mais recentes de SEIDEL, não citados pelo autor.

As experiências têm mostrado, com raras exceções, que o núcleo é sempre o mais importante na transmissão dos caracteres hereditários. Nenhum geneticista, porém, concluiu, disso, que o citoplasma não desempenhe papel algum na hereditariedade. Muito pelo contrário, considera o citoplasma como uma substância específica, em cujo meio os gens atuam. Um é tão importante como o outro. De sua interação somente podemos compreender os problemas da manifestação dos caracteres, sendo impossível se concluir sobre a maior importância do citoplasma, quando todos os fatos falam, justamente, numa maior atividade nuclear.