

SOBRE A THEORIA DO PLASMA GERMINAL

CONCLUINDO (1)

Prof. S. DE TOLEDO PIZA JUNIOR
da Escola Superior de Agricultura
"Luiz de Queiroz"

Ao regressar de uma viagem de nove mezes ao estrangeiro, aqui encontrei as provas desta separata. E já que sou forçado a corrigir os descuidos que me escaparam numa revisão apressada feita na vespera da partida, valho-me da oportunidade e da nimia gentileza dos Drs. Sampaio Ferraz e Silva Leitão, para pospor aqui mais este pequeno capitulo, no qual, com novos argumentos e novas discussões, pretendo tornar bem claros alguns pontos que por ventura levantassem duvidas quanto ao meu verdadeiro modo de pensar.

Assim, relativamente á regeneração, seria interessante lembrar os casos em que o regenerado é um órgão completamente diferente daquelle que existia antes (*Homoecosis*). Conhecem-se nos Insectos, casos, nos quaes, em lugar de uma antenna amputada constitue-se uma pata ou em substituição ás azas metathoraxicas formam-se azas prothoraxicas; nos Crustaceos são conhecidos, alem de outros, os exemplos em que as antenas substituem os olhos.

Embora seja-nos difficil encontrar uma explicação satisfactoria para os factos dessa natureza, nem por isso esses factos

(1) Capitulo accrescentado á separata do trabalho publicado pelo A. no Boletim de Agricultura, 1934.

deixam de ter enorme significação. Elles demonstram mais uma vez que as cellulas somaticas, onde quer que se encontrem, na antenna ou na aza, no olho ou no pé, são sempre portadoras da mesmissima carga genetica contida nas cellulas germinaes, isto é, contêm em potencialidade os factores de todas as outras partes do corpo.

Si as cellulas somaticas differissem das germinaes na constituição do seu idioplasma, os phenomenos de *homoeosis* não seriam possiveis. Si em cada parte do corpo só existissem os determinantes daquella parte, jamais seria possivel, num processo regenerativo, constituir-se uma pata em lugar de uma antenna ou uma antenna em lugar de um olho.

* * *

Merece igualmente alguma consideração neste capitulo a questão da regeneração dos órgãos reproductores.

Sabe-se que alguns Anelideos Oligochetas, ao contrario da regra geral, são capazes de regenerar uma bôa porção do corpo. Assim, verifica-se, que amputando-se a extremidade anterior, a parte restante refaz dentro de algum tempo toda a região amputada. E, como os órgãos reproductores se encontram distribuidos numa serie de aneis da região anterior, ao refazerem se esses aneis, todo o aparelho da reproducção reconstitue-se.

Até nos Mammiferos a regeneração das gonades é possivel. DAVENPORT (1925) (2) verificou num grande numero de casos, que no rato os ovarios se reconstituem após a mais completa e cuidadosa elliminação.

Quanto aos Oligochetas, as cellulas germinaes das gonades regeneradas originam-se, na opinião dos autores, de elementos indifferentes de caracter embryonario, o que aliás se dá igualmente com a regeneração de outras partes do corpo desses vermes. Embora, essas "cellulas-mães" das gonades reconstituídas sejam consideradas por alguns como cellulas germinaes

(2) DAVENPORT, C. P. - Regeneration of ovaries in mice. Jour. Exp. Zool. Vol. 42.

latentes (JANDA, 1926) (3), ellas não se deixam por emquanto distinguir das cellulas somaticas (KORSCHOLT, 1927) (4). Relativamente á regeneração dos ovarios do rato, porém, parece fora de duvida que em muitos casos esse orgãos se refazem a alguma distancia da primitiva posição, á custa exclusivamente do tecido peritoneal, tendo assim uma origem verdadeiramente somatica.

A esse respeito seria interessante considerar tambem a origem dos elementos germinaes definitivos.

Conforme sabemos, as cellulas reproductoras dos vertebrados originam-se, em muitos casos, precocemente, das cellulas da endoderme, emigrando mais tarde para a região dorsal do celoma, cujo epithelio, espessando-se sob a denominação de *epithelio germinal*, esboça os primeiros rudimentos das gonades futuras. As cellulas germinaes das gonades embryonarias, por conseguinte, não nascem do epithelio germinal, tendo uma origem bem mais remota.

Teria enorme interesse para a questão das relações entre o soma e o germe, investigar si as cellulas germinaes definitivas, isto é, os gametas, provêm sempre das cellulas germinaes primordiaes emigradas para as gonades do embrião, ou si podem tambem provir directamente do epithelio germinal, quebrando assim a continuidade que traziam desde a origem.

HUMPHREY (1927) (5), depois de localisar exactamente os elementos germinaes primordiaes no embrião novo de *Amblystoma*, encetou uma serie de experimentos de elliminação completa daquelles elementos. Poudes então verificar, que mesmo na ausencia das cellulas germinaes primordiaes cedo elliminadas, uma crista germinal se constituia, na qual mais tarde se formavam novas cellulas germinaes.

Esses experimentos, aliados ao resultado da regeneração das gonades dos Mammiferos, permitem-nos concluir, que em certos casos as cellulas germinaes definitivas, isto é, os ga-

(3) JANDA, V — Die Veränderung des Geschlechtscharakters und die Neubildung des Geschlechtsapparats. etc. Arch. für Entw. Mech, Bd 107.

(4) KORSCHOLT, E. — Regeneration und Transplantation. 1. B. Ver. v. Gebrüder Borntraeger, Berlin. Pag. 202.

(5) HUMPHREY — Journ. of Exp. Zool. Vol. 49.

metas, originam-se de elementos diferentes daquelles que iniciaram, num embrião ainda muito jovem, a linhagem germinal.

"*Evidence has been increasing steadily which appears to show that germ-cells do arise from other sources than the primordial germ-cells*" — escreve BRAMBELL, (6). Em certos casos, e especialmente entre as formas superiores — acrescentam HUXLEY e DE BEER — parece claro que as células germinaes originam-se directamente do epithelio germinal. (7).

Ora, o epithelio germinal é tecido exclusivamente somático. Os gametas que d'elle nascem, por consequente, originam-se, directamente do soma.

* * *

Amputando-se uma das patas ao *Triton* e transplantando-se para a cauda o blastêma que se origina no inicio da regeneração, verifica-se, em certos casos, que continuando a se desenvolver na sua nova posição, aquelle blastêma acaba por constituir uma pequena cauda suplementar. Tambem, si transplantarmos para a base de uma pata anterior um blastêma de regeneração de uma pata posterior, ou vice-versa, constataremos que, preenchidas as outras condições, esse tecido de nova formação se desenvolverá, produzindo um órgão da mesma natureza daquelle em cujo côto ou em cuja base foi implatado, differente, portanto, daquelle que o produziu (8).

Quer dizer que um tecido de pata anterior, por exemplo, formado no inicio de um processo regenerativo e que deveria acabar pela reconstituição de uma pata anterior, dará origem a uma pata posterior ou a uma cauda, de conformidade com o terreno para onde for levado.

Esses factos oppõem-se de maneira categorica ás concepções weismannianas. Assim, mesmo que se admitta com WEISMANN a existencia em certas partes do corpo de células providas de um idioplasma de reserva destinado á regene-

(6) BRAMBELL — The Development of Sex in Vertebrates. London, 1930, pag. 79.

(7) HUXLEY and DE BEER — The Elements of Experimental Embryology, Cambridge, 1934, pag. 254.

(8) A GUYÉNOT e PONSE sou muito grato pela exhibição que me fizeram, por occasião da minha visita ao Instituto de Zoologia Experimental de Genebra, em Novembro de 1934, das innumeradas peças e preparados demonstrativos desses factos.

ração, é bem claro que esse idioplasma só poderia regenerar o órgão correspondente aos determinantes que o constituíssem. Ou, em outras palavras, os determinantes postos em reserva nos tecidos do braço para uma eventual regeneração daquelle appendice seriam determinantes de braço e só poderiam reconstituir um braço. O que não se comprehende é que um tecido de braço que apenas inicia a reconstituição desse órgão, possuindo apenas os determinantes do braço, dê origem a uma cauda quando implantado sobre esta.

Embora tratem se de phenomenos complexos, em pleno periodo experimental, mal conhecidos em muitos de seus detalhes, a theoria chromosomica da hereditariedade não encontra nelles tropeço algum. De facto, como sabemos, de conformidade com essa theoria, a mesma carga genetica do ovo se reparte por todas as cellulas do organismo. Tanto faz achar-se na cauda como no pé, o patrimonio factorial é sempre o mesmo. O pé possui os determinantes da cauda, como a cauda os do pé. Assim sendo, qualquer tecido poderá dar origem a este ou aquelle órgão, uma vez implantado numa região capaz de pôr em actividade os determinantes daquelle órgão.

Entre uma cellula somatica do systema de WEISMANN e uma cellula somatica do systema hereditario moderno, ha um abysmo intransponivel — no primeiro essa cellula só possui os factores de uma certa e determinada parte do corpo; no segundo, os factores de todo o organismo. Eis ahi porque só o segundo systema permite comprehender os phenomenos de regeneração e transplantação do regenerado.

*
* * *

A questão da immortalidade. A immortalidade das cellulas germinaes no sentido de WEISMANN não passa de uma ficção. Si a faculdade de reproduzir o individuo significa immortalidade, as cellulas somaticas são tão immortaes como as cellulas germinaes. As plantas e os animaes que se propagam vegetativamente ahi estão a attestar a immortalidade do soma. De outro lado, si a incapacidade de reproducção quer dizer mortalidade, o germe é tão mortal quanto o soma. Não basta ser cellula germinal para dar origem a um individuo. Para isso

torna-se necessario que certas e determinadas condições se realizem em volta daquella cellula. Em se tratando por exemplo dos animaes gonochoricos exige-se ordinariamente para o desenvolvimento de um novo ser, o encontro dos gametas, isto é, a fecundação. Entretanto essa condição não é indispensavel. A parthenogenese experimental ahi está demonstrando que aquelle estado de cousas creado no ovulo pela penetração do espermatozoide, pode nascer tambem de outras fontes. Assim, estímulos de ordem mechanica, physica ou chimica, são capazes de fazer um ovulo entrar em segmentação em ausencia do espermatozoide e desse modo desenvolver-se num ser perfeitamente normal. Fóra dessas condições exigidas para o desenvolvimento, as cellulas reproductoras são tão mortaes como as cellulas do corpo. Vivendo á custa destas, ellas podem prolongar a sua existencia até á morte do soma, conjunctamente com o qual morrem tambem. Expulsas do organismo logo perecem, emquanto o soma continua ainda vivendo. O numero das cellulas reproductoras que conseguem se desenvolver é insignificante relativamente ao numero produzido. Uma esmagadora maioria de gametas normaes e activos morrem sem conseguir preencher o seu destino biologico.

Desde que se estabeleceu expontaneamente na terra o regime de reacções e de trocas que caracterizam a assimilação chimica da materia, a vida nunca mais desapareceu. Continuando até aos nossos dias, essa vida tem apenas variado de aspectos. Em nós vive ainda o reptil e o amphibio que nos precederam. Os nossos musculos, os nossos ossos, os nossos nervos, são fundamentalmente constituídos daquella mesma substancia que formava esses órgãos nos vertebrados daquelles tempo em que quasi não havia ainda terra emersa.

Si é bem certo que os individuos morrem e que as especies se extinguem, não é menos certo que a vida continúa ininterruptamente illuminando o planeta. Uma especie que se extermina não passa de um pequenino galho que se perde da immensa arvore da vida, cujas raizes se afogam nos mares e cuja fronde resplandece sobre a terra firme. Um individuo que morre é como um ramusculo que fenece do galho da especie.

Com este ou aquelle aspecto, o ser vivo tem sempre existido. Sob a mascara morphologica dos animaes dos nossos dias floresce aquella mesma vida semeada nos mares tumultuosos das eras geologicas.

A perennidade da vida, pois, nada soffre com a mortalidade individual. Os individuos continuam morrendo como raminhos que vão tombando da arvore da vida. Os ramos que fenecem depois de haverem brotado, continuam vivendo nos brotos produzidos, como o individuo que morre depois de reproduzir-se continua existindo na prole gerada.

Essa continuidade da vida não exige de modo nenhum a separação no individuo, de um germe que continua e um soma que desaparece. O soma que prosegue está para o soma que fica, como o germe que continua, para o germe que morre. Porem, emquanto que os somas que vingam são muito mais numerosos do que aquelles que perecem, a proporção dos gametas que conseguem se desenvolver para aquelles que morrem é simplesmente insignificante.

O germe que vinga continúa no soma que se desenvolve. Si esse soma for fertil dará logo um germe capaz de originar um soma, que embora differindo em alguns pontos do soma primitivo, não deixa porisso de ser a continuação directa daquelle.

Da minha parte estou convencido que o nosso soma humano é aquelle mesmo soma dum antepassado remoto do Permiano, que a evolução veio plasmando até aos nossos dias. Quantos e quantos somas não teriam succumbido nas gerações que nos separam daquelle primitivo habitante do Paleozoico! Que infinidade de gametas não pereceriam no decurso desses millenios! E apesar de tudo a cadeia que se desenrola desde que os vertebrados começaram a viver fóra da agua prosegue em somas que se modificam mas que continuam sendo fundamentalmente os mesmos.

O soma é tudo e o germe apenas o elo que liga o soma de uma geração ao soma da geração seguinte.

Todo o soma normal produz inevitavelmente o germe, ao passo que apenas uma proporção insignificante de germes normaes têm a *chance* de produzir um soma.

O facto do soma provir do germe e o germe provir do soma não é nenhum tropeço á theoria moderna da hereditariedade. E', pelo contrario, uma bella confirmação dos seus principios fundamentaes.

O individuo mostra-se com os mesmos caracteres dos paes, não por ter nascido de um germe proveniente em linha directa do germe dos seus genitores. Oriundo de um ovo ou de um simples broto, o individuo assemelha-se aos seus ante-

passados unicamente porque aquelle ovo ou aquelle broto contem a mesmissima carga genetica de todas as outras cellulas do corpo dos ditos antepassados. O soma ancestral, quer contribua com um broto ou com um gameta para a constituição do soma da descendencia, elle entra invariavelmente com o mesmo patrimonio hereditario.

O genoma se repete em todas as cellulas resultantes da segmentação de um ovo e do desenvolvimento de um embrião. E' este o grande principio que nos permite comprehender todos os phenomenos referidos neste trabalho e indecifraveis á luz do weismannismo. Deante delle não sei porque insistir em negar ao soma a faculdade de produzir o germe. Si ao soma que se inicia no ovo se attribue todo o trabalho morphogenico da constituição de um organismo, inclusive a elaboração de um systema nervoso com a enorme complexidade da sua architectura, porque negar-se-lhe o trabalho incomparavelmente mais simples de produzir cellulas germinaes? Pelo facto dessas cellulas conservarem a faculdade de se multiplicar indefinidamente durante toda ou grande parte da vida do individuo? — Isso não basta, porque, de um lado, apenas as cellulas germinaes novas gozam dessa faculdade; aquellas que já se especialisaram e diferenciaram em gametas, emquanto fazem parte do soma em que se constituíram são incapazes de se multiplicarem como quaesquer outros elementos especializados. De outro lado, porque, conforme sabemos, ha no soma cellulas não germinaes, que se multiplicariam indefinidamente si a morte do corpo não viesse a isso se oppor. (9)

Uma differença entre cellula germinal e somatica existe realmente. Porem, essa differença não é uma differença fundamental e sim da mesma natureza daquella que existe entre duas cellulas somaticas especialisadas quaesquer, como por exemplo uma cellula nervosa e uma muscular. Como estas, o espermatozoide e o ovulo são tambem cellulas diferenciadas e altamente especialisadas. O primeiro, sobretudo, alcança um elevado grao de especialisação com a aquisição do aparelho locomotor que o caracteriza.

(9) Exemplos em O. HERTWIG — Das Werden der Organismen. Gustav Fiscer, Jena, 1922. Pag. 541.

DÜRKEN, (10) referindo-se á pretensa distincção entre o soma e o germe, escreve: "Já vemos, porem, do exposto, que essa separação, na verdade, não existe, de modo nenhum. Assim pois, o essencial dessa separação — a differença do comportamento do germoplasma — é inexistente. As cellulas da linhagem germinal e por conseguinte as cellulas reproductoras, assim como as cellulas do corpo, recebem o germoplasma integral. As gonades e as cellulas reproductoras não são certamente corpo extranho no organismo. São, porem, como qualquer outro órgão, uma parte importante delle. A separação de que WEISMANN se occupou e que é considerada num amplo circulo como um dogma, é artificial e de pura concepção".

PLATE, (11) por seu turno, assim se exprime: "Com a maioria dos investigadores, nós consideramos, que o germoplasma integral alcança, por meio de divisões equacionaes, as cellulas do corpo, de maneira que qualquer dellas, conforme as circumstancias, pode tornar-se uma cellula germinal".

E mais adiante: "Contra a ubiquidade do germoplasma apresentam-se algumas vezes certas observações, que podem

(10) DÜRKEN, B. — *Allgemeine Abstammungslehre*. Berlin, 1924, pag. 171: "Wir sehen aber schon aus dem Vorhergehenden, dass diese Trennung in Wirklichkeit gar nicht besteht. Denn das Wesentlichste dieser Trennung, der Unterschied im Verhalten des Keimplasmas, ist nicht vorhanden. Sowohl die Zellen der Keimbahn und damit die Fortpflanzungszelle als auch die Körperzellen erhalten ja das volle ungekürzte Keimplasma. Die Keidrüsen mit den Geschlechtszellen sind auch ganz gewiss nicht Fremdkörper im Organismus, sondern ebenso ein wesentlicher Bestandteil wie jedes andere Organ. Die Trennung, welche Weismann vorgenommen hat und welche in weiten Kreisen wie ein Dogma angesehen wird, ist eine künstliche und rein begriffliche".

(11) PLATE, L. — *Vererbungslehre*, Bd I. *Mendelismus*. Jena, 1932, pag. 25: "Müder Mehrzahl der Forscher nehmen wir an dass das gesamte Keimplasma durch erbgleiche Teilung in alle Körperzellen gelangt, os dass jede unter Umständen zu einer Keimzelle werden kann".

Pag. 26: "Gegen die Ubiquität des Keimplasmas werden zuweilen gewisse Beobachtungen angeführt, die aber sehr wohl anders gedeutet werden können. Zuweilen lässt sich auf frühen ontogenetischen Stadien eine "Keimbahn" erkennen, d. h. diejenigen Zellen, welche die Gonaden aufbauen, lassen sich an gewissen histologischen Eigenheiten bis zu der Eizelle zurrückverfolgen. So bei *Ascaris megalocephala*, manchen Insekten und gewissen Kopepoden. Es ist anzunehmen, dass die Keimbahnzellen den zytoplasmatischen Zustand der Eizelle bewahren, ausserdem auch das Keimplasma. Wenn äusserlich Chromosomen und Zytoplasma der Keimbahn — und der Somazellen differieren, so beweist dies nicht, dass die Kerne der letzteren kein Keimplasma enthalten".

muito bem ser interpretadas de uma outra maneira. As vezes uma linhagem germinal deixa-se reconhecer desde um prematuro estado ontogenetico, isto é, aquellas cellulas que constituem as gonades podem ser seguidas, por determinadas particularidades histologicas, até ao ovo, como acontece com a *Ascaris megalcephala*, muitos Insectos e certos Copepodes. Admitte-se que as cellulas da linhagem germinal, alem do geroplasma, conservam o mesmo estado cytoplasmico do ovo. Si chromosomios e cytoplasma das cellulas daquela linhagem differem externamente dessas mesmas partes das cellulas somaticas, isso não prova que o nucleo destas ultimas seja destituído de germoplasma”.

GUYENOT, (12) na minha opinião o mais lucido interprete da moderna hereditariedade, escreve por sua vez: “Relativement au problème de l'hérédité des caractères acquis, il est indispensable, dans le cas des organismes pluricellulaires, d'établir une distinction nette entre l'ensemble des parties du corps de l'individu et ses futures cellules reproductrices, entre le *soma* et le *germe*, pour employer les termes de WEISMANN. Non pas qu'il y ait lieu d'imaginer à la façon de ce grand biologiste, que ces deux parties sont d'essence différente. J'envisage la distinction entre soma et germe comme un cas particulier de celles que l'on peut faire entre n'importe quelles régions d'un organisme, entre la patte et la queue, la main et l'oeil, le cerveau et le foie. De même que nous sommes en droit de nous demander quel retentissement une blessure, une atrophie ou une hypertrophie de l'oeil pourraient avoir sur la constitution de la main, de même nous pouvons rechercher dans quelle mesure une hypertrophie du biceps, l'ankylose du coude, la fonte de l'oeil, l'acquisition cérébrale d'une habitude ont chance de retenir sur le germe et d'une façon spécifique”.

(12) GUYÉNOT, E. — *La variation et l'évolution*. Tome deuxième. Paris, 1930. Pag. 18/18.

E MORGAN (13) — o grande pae da genetica dos nossos dias, assim se externa, finalmente :

“A theoria de Weismann tambem implica numa outra sorte de isolamento, isto é, a isolamento da cellula germinal das influencias das cellulas somaticas. Isso tornou-se o fundamento da sua opposição á theoria da hereditariedade dos caracteres adquiridos”.

“Hoje, as nossas idéas, baseadas em trabalho cytologico e genetico, dão do desenvolvimento um quadro bem differente. Uma vez que os chromosomios são os portadores dos elementos hereditarios, estes são distribuidos por todas as cellulas em multiplicação do embryão, quer estas venham a tornar-se cellulas germinaes ou somaticas. Cada cellula possui todos os chromosomios contidos no ovo e por isso a diferenciação não pode ser determinada pela sortida do seus elementos”.

* * *

O principal objectivo da theoria do germoplasma foi combater a questão da hereditariedade dos caracteres adquiridos. Entretanto, conforme hoje sabemos, os caracteres adquiridos no sentido de LAMARCK, não são hereditarios, não porque o germe seja de uma essencia differente do soma, mas, unicamente, porque, apesar de partes integrantes de um todo physiologicamente indissociavel, um não tem influencia alguma especifica sobre o outro. Nem mesmo as variações capazes de modificar o patrimonio genetico das cellulas somaticas repercutem sobre as cellulas germinaes. Do mesmo modo as variações experimentadas por estas ultimas ficam sem effeito sobre as primeiras.

(13) MORGAN, TH. H. — *The Scientific Basis of Evolution*. New York, 1932. Pag. 180/181: “Weismann's theory also implies another kind of isolation viz., the isolation of the germ-cell from the influences of the somatic cells. This became the fundation of his opposition to the theory of inheritance of acquired characters”.

“Today our ideas, based on cytological and genetic work, give a very different picture of development. Since the chromosomes carry the hereditary elements, these are distributed to all the dividing cells of the embryo, whether they are to become germ-cells or somatic cells. Every cell is known to carry all the chromosomes that the egg contains — hence differentiation cannot be determined by the sorting out of their elements.

O soma não é capaz de imprimir ao germe os seus novos caracteres. Mas o germe, será elle por ventura capaz de fazer passar para o soma uma variação hereditaria nelle apparecida pela primeira vez? — Não, absolutamente não. A variação do germe só poderá ser transmittida ao soma da descendencia. Ah! mas nessas condições a variação do soma tambem poderá passar ao germe.

Vemos, pois, dahi, que toda a questão se resume no seguinte: si a cellula que variou é uma cellula germinal e esta multiplica-se dando origem a um soma, a variação passa de germe a soma. Si, pelo contrario, a variação se manifesta numa cellula somatica, que, multiplicando-se, produz um germe, ella passa, identicamente, de soma a germe.

S. de Toledo Piza Junior

UM DESTES NOVOS LIVROS E' SEU

Contem formulas e rações balanceadas
de valor aos criadores de
animaes.



Peça-nos um exemplar GRATIS, que lhe enviaremos pela volta do correio.

MAIZENA BRASIL S/A

Caixa 2972

—:—

São Paulo — Brasil