

# A DISTINÇÃO PRECOCE ENTRE O SOMA E O GERME

(Para a "Revista de Agricultura")

Prof. dr. ANDRÉ DREYFUS  
Da Universidade de São Paulo

## 1. Soma e Germe

Já em seres muito inferiores, como certas algas (*Volvox globator*) podemos distinguir dois tipos de células. Uma, mais numerosas, não intervêm na reprodução da colônia, e merecem o nome de células somáticas, seu conjunto constituindo o *soma*; outras têm, ao contrário, como função a reprodução da espécie, são as células sexuais ou gametos, cujo conjunto é designado por *germe*. Esta separação em soma e germe é a regra nos metáfitos e metazoários.

Estudemos as relações que, por ventura, existam entre as células somáticas e as sexuais.

Sabe-se de longa data e por observações e experiências numerosas que, no adulto, há uma separação, que poderíamos chamar completa, entre as células somáticas e as sexuais. As células sexuais do adulto vivem no soma, aproximadamente como parasito no seu hospedeiro. O soma constitui o meio no qual as células sexuais vão haver sua nutrição, nada lhes fornecendo em troca. Há no adulto, exceção feita da dependência nutritiva em que se encontram as células sexuais em relação às somáticas, independência completa, entre estas e aquelas. Dizemos independência completa porque numerosas experiências genéticas, cuja análise não cabe aqui, provam que as células sexuais se conservam inalteradas, no que diz respeito a seu patrimônio hereditário, quaisquer que sejam as modificações nutritivas do soma, no qual habitam. Lembraremos apenas

uma experiencia, a de Castle e Philips, que consistiu em substituir os ovarios de uma cobaia *branca* pelos de uma cobaia *preta*, e cruzar, em seguida essa cobaia com um macho branco. Todos os descendentes, em numero de 6 (3 prenhez) nasceram pretos, o que prova que o fato de se nutrir no organismo de um animal branco, não modifica os fatores hereditarios para a côr preta, transportadas pelos óvulos.

Si as celulas sexuais, no adulto, não sofrem a influencia das celulas somaticas, estas por sua vez não dependem em nada daquelas. Sabe-se, de longa data, que os animais podem ser desprovidos de celulas sexuais, sem que seu soma sofra por isso a menor modificação. Quando castramos um animal, as modificações somaticas, que se observam são devidas á ablação de certas celulas somaticas, existentes na gonada, e responsaveis pela secreção interna de hormozonios, que influem sobre os caracteres sexuais do animal considerado. Podemos, por exemplo, esterilizar um mamifero, ligando-lhe os canais deferentes, irradiando seus testiculos, ou utilizando outras tecnicas. Todas estas intervenções destroem as celulas sexuais, sem alterar as somaticas. Tais animais são infecundos, mas sob o ponto de vista somatico, são absolutamente normais. Em particular, neles se acham perfeitamente desenvolvidos, os caracteres sexuais secundarios, ausentes no castrado.

Em conclusão : no adulto ha independencia completa entre o soma e o germe.

Muito mais importante, quanto ás suas consequencias, é a analise do problema da separação entre o soma e o germe, encarado em sua origem. Por outras palavras : em que momento da evolução do ser se estabelece essa separação entre soma e germe ?

O primeiro autor, que postulou a existencia de uma separação precoce entre soma e germe, foi Nussbaum (1860) ao escrever : "O ovo fecundado divide-se em duas celulas, das quais uma dará o futuro ser, e a outra, suas celulas sexuais". Esta proposição implica que desde o inicio do desenvolvimento podemos distinguir as celulas somaticas das celulas sexuais. (fig. 1).

Quem, porém, desenvolveu de modo completo esse ponto de vista, merecendo ser mesmo considerado como fundador da doutrina científica da separação precoce entre o soma e o germe, foi Augusto Weismann, que numa aula celebre (2 de junho de 1883), ao tomar posse da Vice-reitoria da Universidade de Fribourg, estabeleceu com a maior clareza não só a doutrina da continuidade do plasma germinativo, consequencia

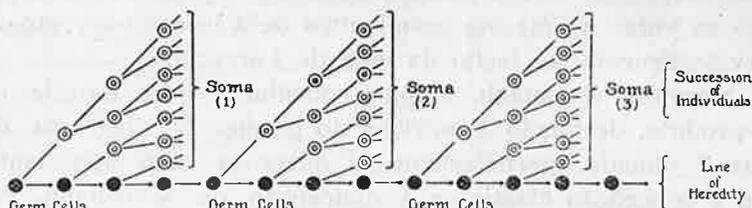


Fig. 1 — Diagrama ilustrativo da teoria da hereditariedade segundo Nussbaum—Weismann, Cel. germinativas em preto, Cel. somáticas em branco (Segundo Wilson).

da separação precoce entre soma e germe, mas ainda sua consequencia filosofica mais notavel, a saber: a não transmissão hereditaria dos caracteres adquiridos

Segundo Weismann, o ovulo fecundado, ao se dividir em 2 celulas, transmitirá a uma delas o plasma germinativo. Tal plasma seria em seguida entregue a uma das 4 celulas resultantes da divisão seguinte, e assim por diante, de tal maneira que, no fim da segmentação, apenas uma, ou algumas celulas o possuiriam, e seriam as futuras celulas sexuais; as demais iriam formar o soma. Vemos desde logo uma diferença fundamental entre as potencialidades das celulas somáticas e as das celulas sexuais. Estas, desde que se unam a celulas do sexo oposto, irão dar um novo individuo, no qual se encontrarão celulas somáticas e sexuais. Estas, encontrando as de sexo oposto repetirão a criação indicada, e assim por diante, ao infinito. As celulas sexuais são, pois, virtualmente imortais, passando de geração em geração (teoria da continuidade do plasma germinativo). Ao contrario, as celulas somáticas são mortais, desaparecendo quando o individuo, no qual se encontram, morre. E' claro que numerosissimas celulas sexuais morrem, mas sempre de acidente, por não terem podido unir-se a celulas do outro sexo, ou por não mais encontrarem no soma, em

que viviam, condições nutritivas satisfatorias. As células somáticas, muito ao contrário, não teriam a faculdade de viver indefinidamente e por isso seriam radicalmente diferentes das células sexuais (1).

A teoria da continuidade do plasma germinativo já se encontra em germe no poema da natureza de Lucrecio, livro II, versos 77-78: "Num breve tempo mudam as gerações de seres vivos — E como os corredores, transmitem umas ás outras o facho da vida". O plasma germinativo de Weismann corresponde evidentemente, ao facho da vida de Lucrecio.

Segundo Weismann, o soma constituiria uma espécie de sub-produto, destinado á nutrição do germe. O diagrama da figura 2 elucida, perfeitamente, a diferença mais importante, entre a concepção classica e a concepção de Weismann. Na concepção classica o ovo fecundado daria a galinha que a seguir produziria os ovos, e assim sucessivamente. Ao contrario, segundo Weismann, o ovo dá a um tempo a galinha e os seus ovos, havendo pois continuidade entre as gerações sucessivas.

Por outro lado, as células sexuais, ao se dividirem, produzem um novo ser. Têm elas, portanto, a capacidade de formar todos os tipos possíveis de células, são onipotentes. As células somáticas, via de regra, ao se dividirem, dão sempre células idênticas ás do tipo de que derivam. É sabido, por exemplo, que uma célula epidérmica, dividindo-se, dará unicamente células epidérmicas. Assinalemos desde logo, que essa distinção, sobre a qual voltaremos adiante, nem sempre é observada. Assim é que, em certos animais inferiores (Hydra), e em muitos vegetais, um fragmento do corpo do ser pode regenerar todo o ser. Por outro lado, em outros casos, ha possibilidade de regeneração de partes mais ou menos extensas do corpo, fato observavel mesmo em animais altamente colocados na hierarquia zoológica (patas e cauda dos Tritões).

---

(1) Trabalhos feitos nos ultimos anos, relativos á possibilidade de manter, indefinidamente viçosas, certas células somáticas, quando cultivadas fora do organismo (Carrel, Burrows, Ebling, etc.) serão talvez o ponto de partida para estudos criticos a respeito do problema de que nos estamos ocupando, no que diz respeito á immortalidade como apanagio do germe. Isso porém não afeta a diferença entre as potencialidades das células germinativas em relação ás, muito menores, das somáticas.

Reconhecendo embora o valor limitante de tais constatações as-sinalemos que em certos destes casos foi verificado que os fragmentos, capazes de regenerar o sêr, possuíam células se-xuais. E' assim que Spek, no tunicado *Clavelina lepadiformis*, via nos brotos, que podem regenerar o animal, células ame-

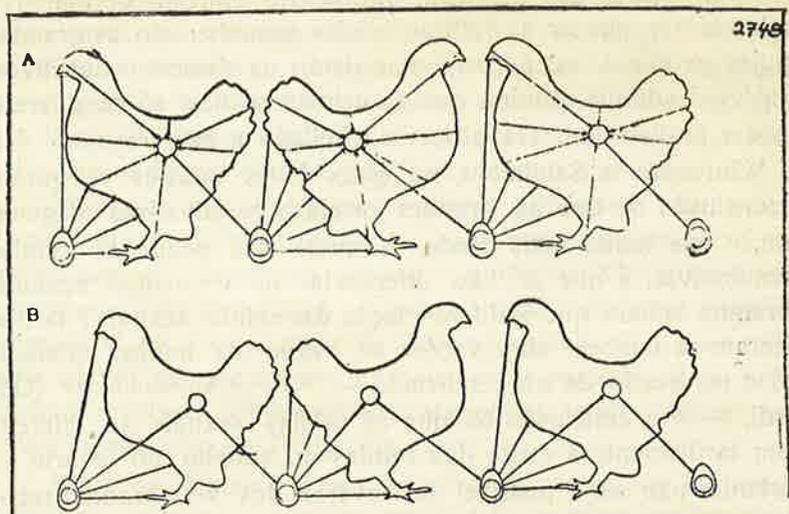


Fig. 2 — Eschema de Conklin mostrando em A a concepção errônea, segundo a qual o corpo (soma da galinha) produz o ovo, que por sua vez daria o soma da ga-linha, mas não diretamente seus ovos. Em B, o processo real, no qual o ovo dá "a um tempo" o corpo da galinha e seus ovos.

boides particulares, tendo no seu citoplasma gotículas refrin-gentes: são células onipotentes, que entram em jogo tanto na reprodução, quanto na regeneração.

Passemos agora a verificar até que ponto a concepção teórica de Weismann, de uma separação precoce entre soma e germe, foi verificada pela observação e experiência.

## 2. O Problema da Determinação precoce das células sexuais nos Vertebrados

Para que o assunto possa ser entendido é indispensável acenar rapidamente para a formação do testículo e do ovário, como a observamos na maioria dos Vertebrados. As gonadas derivam, via de regra, de um espessamento do mesoderma, designado *epitélio germinativo de Waldeyer*. Tal epitélio germi-

nativo nada mais é do que um espessamento do epitelio celomico, situado na proximidade do rim medio (corpo de Wolff). Esse epitelio é formado por dois tipos de celulas ; pequenas e grandes, chamadas respectivamente pequenas e grandes celulas germinativas (fig. 3).

Ha autores que admitem, que já no epitelio germinativo podemos reconhecer as futuras celulas sexuais : são as grandes celulas germinativas, as pequenas darão os elementos nutritivos. Waldeyer admitia, porém, que as celulas sexuais só se diferenciavam tardiamente. Trabalho muito citado a este respeito é o de Winiwarter e Saintmont, no gato. Estes autores chegaram á conclusão de que as grandes celulas germinativas degeneram, e que muito mais tarde, á custa das pequenas celulas germinativas, é que se vão diferenciar os elementos sexuais. Portanto, acham que a diferenciação das celulas sexuais é tardia. Fizeram-se tambem observações no ovario da mulher (Paladino) e no ovario de um lemuriano — *Galago mossambicus* (Gérard), — e a conclusão foi que as celulas sexuais se diferenciavam tardiamente á custa das celulas do epitelio do ovario e, portanto, não seria possivel no ovario dos vertebrados reconhecer precocemente a individualidade das celulas sexuais. Truffi fez lesões circunscritas no ovario de cadelas e coelhas, e verificou que havia regeneração do epitelio, e formação de novos ovocitos, indício, pois, de uma formação tardia das celulas sexuais.

Papanicolau irradiou com Radio a tiroide, em cobaias sexualmente maduras, e verificou uma grande neo-formação de foliculos. Obteve resultados semelhantes com outros processos (injeção de extratos glandulares ou liquido de cistos ovarianos) e Butcher confirmou esses dados.

Todos esses fatos falam, portanto, em favor da ideia de que nos vertebrados, não se distingue precocemente as celulas sexuais das somaticas, de modo que os fatos observados nos invertebrados não se verificariam nos vertebrados. Devemos, porém, notar que nos casos que acabamos de citar, se houve neo-formação de celulas sexuais, tal se deu sempre no ovario, e mais particularmente á custa de celulas epiteliais do ovario.

Veremos, pelos exemplos que adiante iremos analisar que, com grandes probabilidades, devem ter sido células sexuais pouco diferenciadas morfológicamente, as que foram postas em jogo em tal neo-formação.

Mas si ha autores que pensam dessa maneira, grande numero de observações fala em sentido absolutamente contrario. Começemos pelos Peixes. Foi verificado por Eigenmann, no *Teleosteo cymatogaster*, que já na 5.<sup>a</sup> divisão do ovo, isolam-se células particulares, que permanecem sem se multiplicar (são 9 a 32 células) até o embrião atingir 8 mm. São elas que mais tarde, entrando em divisão, darão os elementos sexuais.

Passemos aos Batráquios. Nestes admitia-se, até pouco tempo, que só muito tardiamente, no girino, apareceriam os elementos sexuais. Bounoure, porém, a partir de 1924, provou que é possível já no ovo da rã reconhecer uma substância especial, comparavel ao plasma polar de certos invertebrados, que mais tarde só vai ser encontrada nos elementos sexuais. Esta substância é revelavel pelos metodos argenticos, com que se evidencia o aparelho de Golgi. (fig. 4)

Entre os Repteis, foram feitas observações na Tartaruga (Allen), e verificou-se que era possível reconhecer muito antes da existencia do epitelio germinativo, no endoderma, células especiais, que imigravam para o epitelio germinativo, onde iriam dar origem, depois, ás células sexuais.

Fatos da mesma ordem foram observados nos mamíferos (Rubaschkin, em cobaias e coelhos). As células sexuais aparecem precocemente, no endoderma, e mais tarde vão, através do mesenterio, para o epitelio germinativo. O mesmo foi ainda observado por Fuss, no embrião humano.

Os trabalhos mais notaveis, sobre Vertebrados são, porém, os feitos nas Aves (galinhas) por Vera DANTCHAKOFF, que teve o merito de passar, das simples verificações morfológicas, acima assinaladas, para o campo da experimentação rigorosa.

Quando observamos um embrião de galinha, numa fase muito precoce, de sua formação, verificamos na superficie da gema, uma zona especial chamada *area embrionaria*, assim designada por ser a região onde se vai formar o embrião. Verificamos então pouco adiante da extremidade cefalica já reco-

nhecível, a existencia de um crescente (fig. 5), que já tinha sido descrito por alguns autores com o nome de *crescente genital*, e isso porque quando fazemos cortes do embrião nessa região, vemos o ectoderma e por baixo desse o endoderma espessado (fig. 5 II); (aí não ha mesoderma), espessamento devido a celulas muito grandes, semelhantes ás grandes celulas germinativas, que mais tarde iremos encontrar no epitelio germinativo.

Tais celulas abandonam o endoderma e podemos então encontrá-las nos vasos do embrião (fig. 5 III) por isso são essas celulas chamadas celulas migradoras endodermicas. Finalmente podemos vê-las penetrando no epitelio germinativo de Waldeyer, onde iriam ser as grandes celulas germinativas (fig. 5 IV). Assim sendo, as celulas sexuais se diferenciariam precocemente, muito antes de haver epitelio germinativo.

Vera Dantchakoff abordou experimentalmente o problema: fez com o auxilio de Lacassagne, uma pequena janela num ovo de galinha em incubação, e pela janela assim praticada destruiu com raios ultra-violeta o crescente, operação possivel desde que se use tecnica especial.

O embrião pode apresentar uma certo numero de perturbações, em determinados órgãos, mostra porém, desenvolvimento normal do epitelio celomico. Colocado novamente na incubadeira, o ovo continua seu desenvolvimento. Si as celulas que existem nesse crescente forem, de fato, responsaveis pela origem das celulas sexuais, o epitelio germinativo não se constituirá. E' isso, realmente, o que se observa. A zona correspondente, á eminencia sexual conserva aspeto de epitelio celomico banal. Podiam-se fazer objeções: a) que esta operação tivesse sido violenta, alterando profundamente o embrião, donde a impossibilidade da formação da gonada; b) que as celulas do crescente genital fossem apenas excitadoras da diferenciação das grandes celulas germinativas, e não as proprias grandes celulas germinativas.

Destruiu então, V. Dantchakoff, com raios ultra-violeta, uma grande fração do crescente, deixando uma pequena porção intacta. Neste caso, verificou que havia formação de um epitelio germinativo, porém, com poucas celulas sexuais.

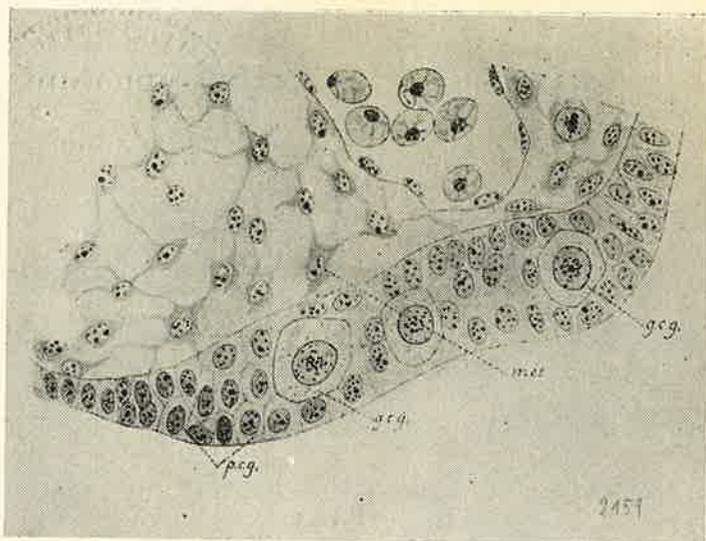


Fig. — 3 Epithelio Germinativo de um embrião de galinha de 4 dias : g.c.g. = grandes cellulas germinativas ; p.c.g. = pequenas cellulas germinativas ; mes = mesenchyma (segundo Prenaut, Bonin et Maillard).

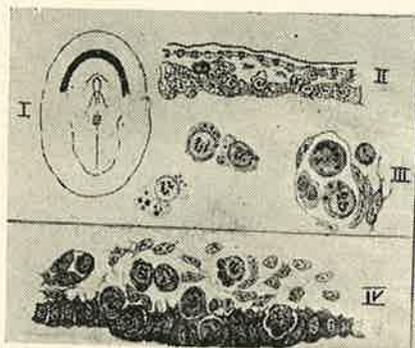


Fig. 5 — Embrião de galinha (seg. Vera Dantchacoff) explicação no texto

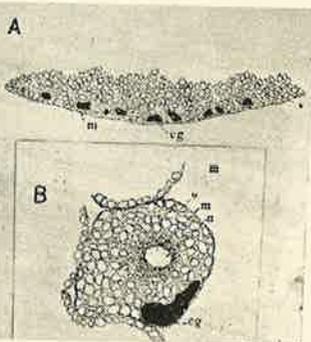


Fig. 4 — Ovos de rã mostrando o cytoplasma germinal (c.g.) no ovo (A) e em uma das cellulas da blastula (B) (seg. Bounoure)

Ficou assim demonstrada a natureza sexual das células migradoras endodérmicas.

Finalmente, realizou a seguinte experiência, destinada a provar que qualquer região do epitélio celômico pôde, sob a influência das células migradoras endodérmicas, dar uma gônada (normalmente é a distribuição dos vasos que determina qual a zona do celoma a que caberá tal função): destruiu grande parte do embrião e em particular a fração do epitélio celômico onde normalmente se forma o epitélio germinativo; verificou que ainda se formava uma gônada á custa de uma parte alta do epitélio celômico, que normalmente deveria dar a pleura. Logo, chegadas a um ponto qualquer do celoma, as células migradoras endodérmicas nele se instalam, transformando-o em epitélio germinativo. Como os embriões operados morriam precocemente, para chegar a obter uma gônada juvenil, transplantou um desses esboços, para a membrana alantocórica de um ovo normal de galinha em desenvolvimento, e verificou que, no 10º dia, o enxerto se transformára em gônada típica. Estas experiências, cuja importância não precisa ser encarecida, mostram com clareza absoluta, que também nos vertebrados, a diferenciação das células sexuais é precocíssima, já que na galinha podemos reconhecer, no crescente genital, as células que mais tarde irão dar as células sexuais. Em conclusão, desde o começo da evolução do embrião, podemos pois distinguir, como queria Weissmann, o soma e o germen.

Um dado, que está em contradição aparente com o que acabamos de expor, é o seguinte: o mendelismo mostra que as células somáticas têm os fatores hereditários em dose dupla, ao passo que as sexuais só possuem uma dose singela. Logo, as células somáticas são mais ricas em fatores hereditários do que as sexuais. Por outro lado, as experiências citadas mostram que a diferenciação entre soma e germen é precocíssima, mas as células somáticas só podem, em geral, dar um determinado tipo de célula, ao passo que as células sexuais podem dar todos os tipos possíveis. Por exemplo: uma célula do fígado só pode dar, ao se dividir, células hepáticas e, entretanto, o mendelismo mostra que esta célula contém fatores para dar qualquer parte do corpo!

Sob o ponto de vista do mendelismo, tudo quanto dissemos acima é exato, mas não esqueçamos que o fator mendeliano não é o caráter; é apenas como o nome indica, um de seus fatores, o outro sendo o meio que o gen mendeliano encontra no citoplasma. Se o citoplasma não possuir substâncias sobre as quais o fator possa atuar, é claro que sua influência não se poderá exercer. Imaginemos, para melhor compreensão do problema, que dispomos de professores de orquestra capazes de executar qualquer musica, mas que não temos á nossa disposição os instrumentos necessarios. Apesar de estarem presentes violinistas, altistas, flautistas, etc., a ausencia de violinos, violas, flautas e demais instrumentos fará com que o concerto seja impossivel. A celula hepatica possui, digamos, todos os instrumentos, mas seu citoplasma dispondo apenas de violinos, é claro que só os violinistas poderão manifestar sua capacidade.

Além das provas indiretas, fornecidas pela embriologia e pela genetica, e que atestam a presença de todos os tipos de fatores em uma celula somatica qualquer, uma experiencia muito elegante de Spemann dá-nos disso prova direta. Toma um ovo fecundado de Tritão e comprime sua parte central, de modo que uma das metades do ovo não recebe nucleo algum. O nucleo da fecundação, resultante da união dos pronucleos macho e femea, divide-se em 2, 4, 8 e 16 nucleos. Neste momento, deixa-se passar um unico dos 16 nucleos, então presentes, para a metade do ovo, na qual não havia nucleo. As duas metades do ovo continuam a se dividir, e finalmente este ovo dará um produto normal. Vemos, por esta experiencia, que um nucleo pôde determinar a diferenciação perfeita de regiões, que normalmente deveriam ter sido dirigidas por 8 nucleos, logo um nucleo qualquer possui os fatores para quaesquer regiões do organismo, as diferenciações por ele determinadas dependendo do citoplasma, que encontra á sua disposição.

Vemos, pois, que não ha desacordo entre o que nos ensina o mendelismo e o que sabemos quanto á diferenciação precoce das celulas sexuais. Poder-se-ia então perguntar, por que razão a natureza proporcionou a qualquer celula, mesmo áquela destinada a dar um só tipo celular, fatores para o corpo todo. Aqueles que não quizerem ver neste fato mais uma prova de que a lei fundamental, que nos rége é a da desarmonia e da imperfeição, poderão refugiar-se na afirmação de que ainda não possuímos resposta satisfatoria para uma tal pergunta.