

REVISTA DE AGRICULTURA

Diretor responsável: Prof. Salvador de Toledo Piza Junior

DIRETORES:

Prof. Octavio Domingues † Prof. N. Athanassof (1926-1955)
Prof. Philippe Westin C. de † Prof. Carlos Teixeira Mendes (1931-1950)
Vasconcellos

Secretário: Dr. Luiz Gonzaga E. Lordello

VOL. XXXV

SETEMBRO - 1960

N. 3

O GEN TAL COMO VEIO E TAL COMO SE FOI

S. DE TOLEDO PIZA JR.

Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
Universidade de S. Paulo — Piracicaba

Quando Frei GREGÓRIO MENDEL, lá pelo terceiro quartel do século passado, cruzando plantas nos jardins do Mosteiro Augustiniano de Bruenn, na Áustria, descobriu as leis de hereditariedade que trazem o seu nome, nada se sabia da história daquêles corpúsculos, que desde WALDEYER (1888) se conhecem pela expressiva e feliz denominação de "cromossômios".

De conformidade com uma das leis de MENDEL, ou seja, com a "lei da segregação", os caracteres paternos, misturados no híbrido, separam-se nos descendentes dêste. De fato, suponhamos que se cruza uma planta de flôres vermelhas com uma planta de flôres brancas. As plantas-filhas possuem flôres de coloração rósea, como se tivesse realmente havido verdadeira mistura do vermelho de um dos pais com o branco do outro pai. Mas, quando se reproduzem entre si, $2/4$ da prole são constituídos por indivíduos róseos como elas próprias, aparecendo, porém, $1/4$ de indivíduos brancos como um dos genitores e $1/4$ de vermelhos como o outro genitor.

Não havia dúvida de que se tratasse de verdadeira lei biológica. Entretanto, MENDEL não fazia a menor idéia acêrca do que se passava no organismo das plantas, ignorando por completo os fenômenos responsáveis por aquêles resultados tantas vêzes repetidos. Uma coisa, porém, parecia certa: aqui-

lo que produz o caráter vem ter ao indivíduo que o exhibe por intermédio das células reprodutoras que se reúnem no óvo que lhe deu origem. Havia, por conseguinte, para cada caráter do híbrido, duas daquelas entidades que MENDEL desconhecia, uma proveniente da planta que funcionou como pai, outra da que funcionou como mãe, e como na prole dos híbridos apareciam indivíduos que mostravam sem mistura o caráter de um ou de outro pai, indivíduos êsses, que ao se reproduzirem entre si, davam sempre descendentes com as mesmas características, concluiu o genial frade de Bruenn, que aquêles elementos desconhecidos que se encontravam em dôbro na célula-óvo passavam a simples durante o processo de formação das células reprodutoras dos indivíduos da geração híbrida. A separação em gâmetas diferentes permitia explicar o reaparecimento, na prole dos híbridos, dos indivíduos com os caracteres dêstes, bem como daquêles que exibiam em grau de pureza os caracteres dos seus genitores.

Isso pareceu muito claro a MENDEL, embora êle nem sequer imaginasse que coisas pudessem ser aquelas que se reuniam nos bastardos, para a seguir se separarem nos descendentes dêstes. Entretanto, o que, por maiores que fôssem os esforços despendidos à procura de esclarecimento, continuava obscuro, era o resultado estatístico dos experimentos: $\frac{2}{4}$ dos descendentes dos híbridos eram constituídos por híbridos, $\frac{1}{4}$ por indivíduos como um dos pais e $\frac{1}{4}$ como o outro pai. MENDEL nada conhecia que ao menos uma pista pudesse indicar-lhe.

Essa lei fundamental da hereditariedade, muitas vêzes comprovada, não sòmente com ervilhas, mas também com diferentes variedades de bôca-de-leão, de maravilha, de milho, etc., foi pela primeira vez comunicada pelo seu descobridor aos membros da Sociedade dos Naturalistas de Bruenn em reuniões realizadas no ano de 1865, conforme consta das respectivas atas. Embora publicada no ano seguinte, ficaria para sempre no olvido, não fôsse ela redescoberta, no ano de 1900, independentemente, por três dos mais destacados botânicos da época: DE VRIES, CORRENS e TSCHERMAK. Por 35 longos anos jazeu supulto o trabalho que iria immortalizar o seu autor e nêle a mais importante das leis da hereditariedade.

Compreende-se, que embora ouvido com atenção e mesmo com prazer por cêrca de quarenta pessoas, a comunicação de MENDEL não despertou maior interêsse porque nenhuma das pessoas presentes percebeu o alcance da lei que rege a transmissão dos caracteres em todos os sêres dos dois reinos vivos

da natureza, que vinha de ser descoberta. Causa, porém, espécie, o fato de um cientista de larga reputação como NAEGELI, muito interessado nos problemas da hereditariedade, que havia se correspondido com MENDEL e com êle discutido detalhadamente os resultados dos cruzamentos não só de ervilhas, mas de outras plantas, não ter, como qualquer dos outros, compreendido o significado de tão expressivos quão importantes dados.

As cartas de MENDEL a NAEGELI, a quem tinha na mais alta conta, publicadas por CORRENS, em 1905, eram longas, minuciosas e tão claras, que suscitam dúvidas a respeito da conduta do acatado botânico de Munique. Mais velho e incomparavelmente mais sábio que MENDEL, NAEGELI não podia deixar de ter tirado do trabalho do religioso de Bruenn, pelo menos as conclusões que aquêlê tirara. Com muito mais conhecimentos científicos e uma visão muito mais ampla dos problemas biológicos, era de supor pudesse NAEGELI perceber com muito mais clareza o que se passava com as plantas de MENDEL e avaliar da importância que tudo aquilo teria para o magno problema da hereditariedade. Entretanto, silenciou. Procedeu como se jamais tivesse ouvido falar dos trabalhos que conhecia nos menores detalhes. No mesmo ano em que morreu MENDEL (1884), publicava NAEGELI alentado volume (822 páginas) sôbre uma teoria mecânico-fisiológica da descendência (*Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre*, Munchen u. Leipzig). Embora oferecesse nessa obra uma elaborada teoria de hereditariedade — a teoria do idioplasma e das micelas — não se refere uma só vez ao hortelão de Bruenn, de cuja obra se achava tão bem informado. Será que NAEGELI, vaidoso como a maioria dos cientistas, temesse que o trabalho de MENDEL pudesse prejudicar o monumento teórico que vinha havia anos construindo?

Não é êste o lugar para analisar o procedimento do afamado professor. Não obstante, uma cousa se pode afirmar desde logo. E' que, ocultando o que sabia acêrca dos resultados dos inúmeros e bem controlados experimentos de MENDEL, prestou NAEGELI grande desserviço à ciência. Com o seu volumoso livro não conseguiu fazer avançar os conhecimentos no campo da hereditariedade e silenciando acêrca de MENDEL pode ser responsabilizado pelo atraso de mais de trinta anos do "Mendelismo" que êle conhecera desde os primórdios.

No ano de 1900, quando as leis de MENDEL foram redes-

cobertas, já se conhecia muito da estrutura celular e inúmeras teorias cromossômicas de hereditariedade haviam já sido elaboradas. A monumental obra de E. B. WILSON, sobre a célula, já se achava em 2a. edição e a idéia de que os cromossômios veiculavam partículas elementares independentemente responsáveis pela produção dos caracteres paternos que se repetiam nos filhos, fôra sòlidamente estabelecida por AUGUSTO WEISMANN, professor de Zoologia em Friburgo, no seu célebre livro sobre o plasma germinal (Das Keimplasma, 1892).

Certos detalhes da meiose eram porém mal conhecidos. Foi só depois que se descobriu que os cromossômios pareavam-se com grande regularidade ao longo do seu comprimento, fazendo coincidir as partes correspondentes e em seguida se separavam de sorte que os membros de cada par iam ter a gâmetas diferentes, isso se realizando em ambos os sexos, foi só então, que os cromossômios passaram a ser considerados como os verdadeiros responsáveis por aquela segregação de caracteres tantas vêzes observada por MENDEL e por êle descrita com extraordinária clareza no seu trabalho de 1866. Para isso muito contribuíram, além de outros, WINIWATER (1900), MONTGOMERY (1901), SUTTON (1902) e BOVERI (1904).

Estimulada pelos trabalhos pioneiros daquêles autores, entrou a citologia em fase de grande desenvolvimento e ninguém mais duvidou fôssem os cromossômios aquela coisa desconhecida, que se separando na gametogênese e se juntando na fertilização, comportava-se exatamente como os hipotéticos "fatôres" ou "Anlagen" dos cruzamentos do frade-hortelão. Consolidou-se então a opinião acêrca da participação direta dos cromossômios na hereditariedade e os inúmeros trabalhos surgidos nos primórdios do presente século traziam as provas de que aquêles organóides do núcleo eram de fato o elemento material responsável pela continuidade genética tanto dos animais como das plantas.

As relações existentes entre determinados cromossômios e determinados "caracteres" do organismo foram-se rapidamente estabelecendo a partir dos trabalhos de MC CLUNG (1901, 1902), primeiro com os atributos sexuais e depois com as particularidades gerais, comuns a ambos os sexos.

O encontro de material adequado em cujas células somáticas se acham cromossômios bem diferentes quanto às dimensões e à forma facilitou enormemente a descoberta do papel específico desempenhado por aquelas estruturas, ainda mais

que se tornou possível reconhecer no decurso da divisão celular a existência de dois elementos de cada uma das sortes e que esses elementos se juntavam na meiose, para a seguir se separarem, indo, cada membro dos diferentes pares, par um gâmeta distinto.

Estava assim consolidado o Mendelismo e os cromossômios aí se achavam como os elementos figurados de uma autêntica hereditariedade corpuscular.

Logo, porém, o incremento que tomou na Europa e nos Estados Unidos a pesquisa científica nêsse novo e promissor terreno trouxe à luz alguns fatos que abalaram a convicção já firmada no campo da biologia. E' que começaram a aparecer tanto em animais como em plantas "fatôres hereditários" que segregavam independentemente, em número maior que o dos pares de cromossômios contados com rigor nas células sexuais dos respectivos organismos.

Entra agora no panorama histórico da ciência da hereditariedade a *Drosophila melanogaster*, pelas mãos do genial THOMAS HUNT MORGAN. Tudo vai, dentro em breve, mudar. De fato, MORGAN e seus discípulos não tardaram em demonstrar, numa serie de trabalhos que se sucederam com rapidez, que havia de fato mais fatores do que cromossômios, exatamente porque cada cromossomo era materialmente responsável pela transmissão de dois ou mais caracteres. Estabeleceram então os investigadores da *Drosophila*, que os caracteres que se transmitiam em bloco, sem jamais exibirem a segregação mendeliana, achavam-se localizados no mesmo cromossômio. E assim nasceu a teoria da "linkage". Pouco depois o grupo de MORGAN verificava a permuta de fatôres entre cromossômios do mesmo par e surgiu a teoria do "crossing-over". Notando que os cromossômios, então chamados homólogos, permutavam uns tantos fatôres muito mais frequentemente do que outros, os pesquisadores da mosquinha do vinagre acharam que isso acontecia de conformidade com a maior ou menor distância dos fatôres no corpo dos cromossômios, lançando assim as bases para a confecção dos mapas cromossômicos, que logo passaram a ser construídos.

Em 1915, num livro que marcou época, o mecanismo da hereditariedade mendeliana foi definitivamente estabelecido por MORGAN, STURTEVANT, MULLER e BRIDGES. Não se usavam ainda, nem mesmo na segunda edição, (1923), os termos gen e genética. Mas, em 1926 (e depois em 1928 e 1929), ao publicar o livro "A teoria do gen", THOMAS HUNT

MORGAN, o já famoso professor de Zoologia Experimental da Universidade de Colúmbia, então professor de Biologia no Instituto de Tecnologia da Califórnia, oferecia ao mundo científico, em sólidos fundamentos, aquilo que passou a chamar-se a "Genética de MORGAN" e que se manteve inabalável até muito recentemente.

Os geneticistas práticos, aquêles que fazem o melhoramento das plantas cultivadas e dos animais de criação, entretidos com a estatística, ainda não tomaram conhecimento dos progressos realizados nos últimos anos e por isso concebem o gen, a "linkage", o "crossing-over", etc., exatamente como os geneticistas dos melhores tempos do Morganismo.

Antes de mostrar o que vem a ser a genética moderna (sem gens), quero explicar como surgiu a necessidade de dividir os cromossômios em sub-unidades individual e independentemente relacionadas com os caracteres que lhes eram atribuídos.

Começarei afirmando que a verdadeira unidade corpuscular com função específica na hereditariedade é o cromossômio. Sendo certo que um mesmo cromossômio desempenha diversas atividades genéticas relacionadas com diferentes caracteres do organismo, de modo independente, isto é, sem que qualquer delas interfira no que as outras têm de específico, concluiu-se, na falta de melhores informações, que isso só poderia ser alcançado se o tal cromossômio fôsse o portador de unidades fisiológicas distintas, cada qual operando num dado momento e numa dada situação. E assim se firmou o conceito de gen, que ainda hoje vigora no campo da genética das plantas e dos animais superiores.

Hoje sabemos que os cromossômios trabalham diferentemente nas diversas partes do organismo. Isso quer dizer que no decurso do desenvolvimento, quando as células do embrião recebem a determinação e a seguir se diferenciam, os cromossômios, igualmente atingidos pelas influências modificadoras, também se especializam. E assim, cada cromossômio do "clone" que se inicia com a primeira divisão do óvo tem um papel específico a desempenhar, papel êsse que corresponde a uma das funções genéticas que lhe são atribuídas. No exercício dessa função, trabalha êle como um todo, ou seja, como a verdadeira unidade que é.

E com isso o conceito morganiano do gen perdeu tôda e qualquer significação.