

GENÉTICA E EVOLUÇÃO (§)

C. A. KRUG

Chefe do Serviço de Genética do
Instituto Agronômico

I — INTRODUÇÃO

Nada mais fascinante para a biologia da nossa época, do que penetrar nos mistérios do mundo orgânico com o intuito de tentar explicar a evolução da infinidade dos organismos vivos que habitam o nosso globo. Por que processos e sob quais influências êles se diferenciaram durante êstes 1.500 milhões de anos — período que se supõe representar a idade da vida do nosso planeta — a partir de fôrmas vivas e extrema simplicidade? Como explicar esta extraordinária, quasi incompreensível diversidade de seres vivos existentes, que é calculada em cêrca de 1 milhão e meio de espécies animais e vegetais? Solucionar êstes problemas de enorme complexidade, querer explicar fenômenos que se deram em períodos geológicos dos quais muito pouco se sabe, — tendo em conta que nas épocas mais remotas já existia sôbre o nosso planeta uma grande parte dos grupos animais e vegetais hoje aqui encontrados, nada se conhecendo, portanto, sôbre a natureza dos seus ancestrais mais remotos, — parece, à primeira vista, tarefa

(§). — *Palestra proferida na 20.a Reunião Científica do Serviço de Genética do Instituto Agronômico em 2-3-1940.*

demasiado grande para o *Homo sapiens*, cujos ancestrais mais recentes apareceram neste globo há, apenas, 25.000 a 40.000 anos. Teria o seu cérebro evoluído suficientemente para vencer tamanhas dificuldades e poder explicar fenômenos, nos quais êle também representa um elemento sujeito aos mesmos caprichos da natureza como todos os outros seres vivos?

Mas o homem se julga o expoente do reino animal, o produto mais aperfeiçoado da evolução. Foi dotado, ainda, de uma peculiaridade inexistente nos outros animais: da possibilidade de transmitir, geração após geração, a experiência adquirida no decorrer de sua vida, por meios de *exemplos e pela língua falada e escrita*. A evolução do homem é, pois, dupla: *orgânica* como em todos os seres animados, e digamos *social*, que consiste no aperfeiçoamento dos seus conhecimentos pela transmissão da experiência aos seus descendentes.

Assim, acumulando e interpretando as aquisições dos seus antepassados, enveredando por novos rumos que a ciência experimental lhe oferece, o homem penetra, também, cada vez mais nos mistérios da vida orgânica, procurando investigar as causas e a marcha da sua evolução. Escolas e correntes de opiniões assim se formaram; no comêço, elas eram profundamente influenciadas por princípios teológicos que pouco contribuíram para conduzir o problema ao rumo certo. Aos poucos, porém, desenvencilhando-se do dogma da criação divina das espécies, o homem lançou o conceito da constante mutabilidade dos seres vivos, pelo qual os mais especializados hoje existentes deviam ter se originado de fórmias ancestrais mais simples; o princípio da evolução orgânica, hoje universalmente reconhecido, estava então lançado. Para explicar as suas causas e os seus efeitos, propuzeram-se variadas teorias baseadas muitas vêzes em princípios diametralmente opostos, estabelecendo-se, como era de se esperar, renhidas polêmicas entre os seus defensores. Últimamente, porém, o problema tomou novo aspecto; de 1900 para cá, a Genética, a Citologia e a Estatística vêm contribuindo de maneira decisiva para a elucidação de alguns aspectos básicos da evolução. Hoje, mais do que o histórico, interessam os aspectos mecânico e fisiológico do problema. Não se deve, entretanto, exagerar a importância da

contribuição destas ciências; os seus estudos apenas abrangem períodos curtíssimos, quando comparados com os milhões de anos durante os quais se deu a diversificação do mundo orgânico; muitos problemas ainda continuam até agora sem explicação.

Lembremos, também, que a tendência de generalisar demasiadamente os princípios que governam a evolução, tem causado graves êrros; a enorme diversidade dos seres vivos existentes, sugere, ao contrário, que os agentes diretrizes da evolução devem variar, não somente com a arquitetura genética das espécies e o seu modo de reprodução, como, também, com o seu modo de reprodução, como, também, com o meio ambiente onde vivem. Outro êrro é supôr que todos os seres evoluam, extinguindo-se completamente tôdas as fôrmas ancestrais. A extraordinária estabilidade de certos organismos é patente; como exemplo, citemos aquí o *Cardium edule* (molusco) que mantém os seus caracteres específicos há 2 milhões de anos, e certos *Foraminíferos* que já existiam há cêrca de 300 milhões de anos! A extinção ou não de espécies ancestrais, a maior ou menor rapidez da evolução, o maior ou menor gráu de especialização das espécies, a predominância dêstes ou daqueles agentes diretrizes da evolução, etc. etc., dependem, pois, de um grande número de fatores cuja ação e interdependencia são das mais complexas.

Nos próximos capítulos traçaremos, num rápido esbôço, o histórico das teorias da evolução, analisando a seguir a concepção moderna que se faz sôbre êste assunto.

II — HISTÓRICO DAS TEORIAS DA EVOLUÇÃO

Traçando um pequeno histórico destas teorias, devemos ter em vista dois períodos distintos cuja linha de separação constitúe aproximadamente o ano de 1900.

1) Até 1900.

Até o princípio do século XIX predominava a antiga concepção, inspirada pela teologia, da criação, em separado, de

tôdas as espécies hoje existentes no globo. Cada espécie era considerada fixa, tal qual fôra originada pelo criador. Foi em meados do século XVIII que Linnaeus, o maior dos sistemáticos, procurou pôr em ordem a imensidade das espécies existentes, apoiado no conceito da sua fixidez e criação independente. Em princípios do século XIX, porém, quatro biólogos lançaram as bases da evolução orgânica; foram êles *Bufon*, *Cuvier*, *Lamarck* e *St. Hilaire*; uns apenas se opondo às idéias de Linnaeus, outros, porém, principalmente *Lamarck*, proclamando, pela primeira vez, o princípio, hoje universalmente reconhecido, da constante mutabilidade do mundo orgânico. Succederam-se, depois, *Darwin* e *Weissmann*, cujas teorias passaremos a resumir.

a) *Lamarck* (1744-1829)

Os fundamentos do Lamarckismo podem ser resumidos nos seguintes *princípios*: as espécies não teriam sido criadas separadamente, mas as fôrmas mais especializadas se originaram de ancestrais mais simples; as causas da evolução devim residir na poderosa influência do meio ambiente; os caractéres adquiridos pelo soma, sob aquela influência, deviam ser hereditários; o constante uso dos órgãos os aperfeiçoava, transmitindo-se as melhorias aos descendentes; a falta de uso, os atrofiava, prejudicando as futuras gerações.

Os modernos ensinamentos da genética desaprovaram, como é notório, o princípio da hereditariedade dos caractéres adquiridos pelo soma. Hoje sabemos que há independência entre as células germinais e o soma; somente as modificações naquelas é que afetam a descendência. *Lamarck*, porém, revolucionando a sua época pela introdução do princípio da mutabilidade das espécies, teve o grande mérito de ter lançado uma veemente oposição às velhas escolas.

b) *Darwin* (1809-1882)

Darwin propoz, a seguir, a teoria da origem e da perpetuação de novas espécies animais e vegetais pela *selecção natural*

e *sobrevivência dos mais aptos*. Para êle, a *seleção natural* constituia o único responsável pela evolução do mundo orgânico. Interessante é, porém, constatar que Darwin atribuía a origem de novas variações ao acaso, isto é, a um grande número de causas desconhecidas. A seleção natural apenas agia, escolhendo umas e eliminando outras variações de acôrdo com a sua reação ao meio ambiente onde viviam. Como *teoria de evolução*, o Darwinismo é, pois, *falho*, porquanto a seleção natural não representa um princípio criador. Foi assim que o Darwinismo pasou por grandes crises, tendo sido rejeitado por completo em certas épocas. Á luz dos resultados das modernas pesquisas da genética, o *princípio da seleção natural* se firmou, porém, definitivamente, não como teoria da evolução, mas, sim, como o seu principal *agente dinâmico*.

c) *Weissmann* (1834-1914)

Ainda no fim do século XIX, surgiu, na Alemanha, um grande biologista cuja teoria de evolução, a-pesar-de apenas constituir, em bôa parte, fruto de inteligente imaginação, de tal modo se adiantou, que conseguiu identificar-se, em grande parte, com a moderna concepção da evolução baseada em observação exata e acurada experimentação. As idéias fundamentais de Weissmann podem ser resumidas nos dois princípios: a *continuidade do plasma germinal* e a *onipotência da seleção natural*. Foi êle o primeiro a fazer uma distinção nítida entre *soma* e *células germinais*. Combatendo Lamareck, êle era contrário à hereditariedade dos caractéres adquiridos pelo soma; somente quando a ação de um determinado fator do ambiente era tão forte a ponto de afetar certos constituintes das células germinais, é que esta ação se deveria manifestar na descendência do indivíduo afetado.

Analisando-se as suas idéias mestras à luz dos modernos ensinamentos da genética, chega-se à conclusão de que elas são acertadas; apenas alguns detalhes de sua teoria não são mais aceitos pelos biologistas da nossa época.

O século XIX nos forneceu, pois, os seguintes princípios, ainda hoje coerentes com a concepção moderna da evolução:

a extraordinária *influência do meio*, base da *seleção natural* e a independência completa entre o *soma* e as *células reprodutivas* do organismo. Não sendo hereditários os caracteres adquiridos pelo soma, conclúe-se, porém, que nada de positivo se conhecia até fins daquele século sôbre os verdadeiros agentes criadores de novas variações.

2) *De 1900 à época presente.*

O ano de 1900 marca o início de uma nova éra para os estudos da evolução; com o advento da genética, da citologia e da estatística aplicada aos fenômenos hereditários, deixou-se de basear as teorias da evolução em meras observações, que serviram para formular hipóteses especulativas derivadas mais da imaginação. Inicia-se, assim, em 1900 a época da experimentação e das observações exatas que conduziram a um conceito mais científico do mecanismo da evolução, culminando atualmente com as modernas interpretações de certos fenômenos genéticos e citológicos por Fisher, Wright, Haldane e Harland.

a) *DE Vries (1848-1935)*

Baseado no seu trabalho sôbre o gênero *Oenothera*, De Vries formulou a sua teoria de evolução, afirmando que novas espécies por êle chamadas "elementares" aparecem repentinamente e se propagam, pois as "mutações" que observou eram constantes e, portanto, transmitidas de geração em geração. A-pesar-de não ter sido De Vries o primeiro a conceber a idéia da ocorrência de certas variações bruscas nos organismos, pois Galton, Bateson, Korschinsky e outros já as mencionavam anteriormente como possíveis fatores da evolução, devemos a êle o grande mérito de ter indicado serem as mutações os verdadeiros agentes criadores de novas fórmias.

Interessante é, porém, notar que De Vries chegava a uma conclusão *acertada*, baseado em material vegetal cujas variações bruscas realmente não representavam "mutações", como posteriores estudos citogenéticos demonstraram.

Convém ainda esclarecer que a sua teoria não está, em absoluto, em contradição com o Darwinismo, mas vem completá-lo, colocando-o em bases mais seguras, pois justamente o que faltava ao Darwinismo era explicar as *causas* do aparecimento de novas variações.

b) *Lotsy* (1867-1931)

Não dando importância às mutações, *Lotsy* sustentou que a *hibridação* era o único agente responsável pela evolução orgânica. Pelo cruzamento de formas, variedades e, às vezes, espécies e gêneros, deveriam se originar, na natureza, indivíduos extremamente heterozigotos, os quais, devido à segregação, nas gerações posteriores, produziam novas variações. Negando o valôr das mutações, cometeu, naturalmente, grave erro, mas, apontando a *hibridação* como fatôr importante na evolução, teve, sem dúvida, um grande mérito. Estudos modernos de citologia e de genética, realizados em alguns gêneros, demonstraram que, muito provavelmente, ocorreram, no decurso da sua evolução, cruzamentos interespecíficos e mesmo intergenéricos, que deram origem aos ancestrais mais recentes das formas hoje existentes no nosso globo.

c) *Johannsen* (1857-1927)

Êste biologista dinamarquês muito contribuiu com as suas pesquisas sôbre a estatística aplicada à hereditariedade e demais investigações sôbre a genética, para estabelecer, em bases cada vez mais seguras, o conceito da evolução dos seres. Lançando os princípios das linhas puras, dos genótipos e fenótipos, da homozigose e heterozigose, trouxe, outras provas para o fato de que os caracteres são determinados por fatores hereditários, transmitidos pelas células germinais, e que os caracteres adquiridos pelo soma *não* são hereditários. Ao mesmo tempo estabeleceu certas restrições ao Darwinismo.

Além dos três biologistas acima mencionados, muitos outros contribuíram e vêm contribuindo para melhor esclarecer

diversos aspectos da evolução; preferimos, entretanto, enumerá-los nos próximos dois capítulos, pois eles mais se relacionam com os últimos progressos da genética e da citologia.

III — CONTRIBUIÇÃO DA GENÉTICA, DA CITOLOGIA E DA ESTATÍSTICA AOS ESTUDOS DA EVOLUÇÃO

Como já dissemos, o ano de 1900 marca o início de uma nova era para os estudos da evolução, e isto porque também representa a verdadeira data do advento de uma nova ciência biológica, a genética, que, com as suas auxiliares, a citologia (de preferência, cariólogia) e a estatística aplicada à hereditariedade, se tornaram os verdadeiros alicerces em que se apóia a moderna concepção da evolução orgânica.

O redescobrimento das leis mendelianas por De Vries, Tschermack e Correns; os formidáveis resultados a que chegou T. H. Morgan com a sua escola, trabalhando com *Drosophila*; o grande impulso que tomou a citologia nestes últimos decênios, esclarecendo a fundo o mecanismo das divisões celulares (sômáticas e de redução); os extraordinários estudos de citogenética em *Drosophila*, *Zea*, *Oenothera*, *Datura* e outros gêneros; a descoberta de vários agentes causadores de mutações (raios X, calor, raios ultra-violetas, etc.); o metucioso estudo das raças geográficas; o desenvolvimento da estatística aplicada aos fenômenos hereditários e mais um sem número de outras investigações, conduziram à exata compreensão da arquitetura hereditária de muitos organismos vivos; esclareceram a maneira pela qual os caracteres são transmitidos de uma geração à outra e demonstraram que as causas das modificações hereditárias devem ser procuradas nas transformações por que passam, às vezes, os agentes físicos da hereditariedade. Dissiparam-se, assim, as antigas especulações em torno da hereditariedade, esclarecendo-se, de vez, os seus principais fenômenos.

Considerando-se que a evolução orgânica nada mais representa do que a sucessão de um sem número de gerações nas quais, devido ao aparecimento de modificações hereditárias, se deu a extraordinária diversificação do atual mundo orgânico, e conhecendo-se atualmente os pormenores do mecanismo da

transmissão dos caracteres de uma geração à outra e também um certo número de agentes causadores daquelas modificações hereditárias, chega-se à conclusão de que os elementos fundamentais para elaborar uma nova concepção da evolução, baseada na acurada observação e experimentação científicas, são realmente fornecidos pela genética e suas ciências auxiliares.

IV — CONCEPÇÃO MODERNA DA EVOLUÇÃO ORGÂNICA

Qual é, então, a concepção que hoje se faz da evolução orgânica? Tratemos em primeiro lugar, dos agentes criadores de novas formas e entre estes das *mutações*. Incluímos nestas, todas as variações bruscas que aparecem nas populações em consequência de modificações quali- ou quantitativas do patrimônio hereditário de um ou mais indivíduos, tais como: modificações na estrutura de um ou mais gens, modificações quali- ou quantitativas no aparelho cromossômico (perda de cromossomos inteiros ou de segmentos, poliploidia, polisímia, translocação de segmentos cromossômicos, etc.). Compreende-se que qualquer das modificações atrás mencionadas, sendo estável e ocasionando o aparecimento no indivíduo de uma variação, pode constituir o ponto inicial de uma nova forma orgânica. As mutações podem ser divididas grosseiramente em duas categorias: grandes, quando causam modificações facilmente reconhecíveis, e pequenas, quando o seu aparecimento é muitas vezes imperceptível. Qualquer uma das duas modalidades afeta todos os caracteres, morfológicos, fisiológicos, psíquicos, etc. Qual é das duas que teria papel mais saliente na evolução? As opiniões divergem neste particular, mas considerando o conjunto das observações já feitas em muitos organismos, chega-se à conclusão de que todas as modalidades de mutações são igualmente importantes. As grandes modificações bruscas, por aparecerem raríssimas vezes, não conduzem a uma evolução mais rápida, do que as pequenas mutações, certamente, mais frequentes.

Entre as modalidades de mutações acima mencionadas, devemos salientar as mutações de gens; o gen (fator hereditário),

segundo a concepção moderna, é representado por uma molécula ou um agrupamento de moléculas localizado no filamento cromosômico. Uma mutação de gen constituiria, pois, numa modificação na estrutura de uma molécula ou no arranjo das moléculas de um grupo. Muitas centenas de mutações de gens têm sido estudadas em organismos os mais variados, provando-se que são responsáveis pelo aparecimento de um grande número de fórmias novas.

À importância do papel das mutações de gens na evolução, opuzeram-se, porém, várias objeções; assim, afirma-se que os gens demonstram uma grande estabilidade, sendo extremamente raras as suas modificações. Esta objeção é refutada facilmente, bastando lembrar-se que a evolução dos seres exigiu centenas de milhões de anos. Em seguida, objetou-se que a grande maioria de mutações de gens são recessivas e que estas mutações quasi só têm sido observadas em laboratório, muitas vezes só causadas por fatores externos especiais (Raios X, etc.). Esta última afirmação vem sendo rejeitada à medida que se realizam novos estudos em populações selvagens que provam que tais mutações também ocorrem na natureza, sendo apenas ali encontradas com maior dificuldade pelo fato de serem, em sua maioria, recessivas. Resta, então, a objeção de que as mutações não devem ter papel preponderante na evolução devido à sua frequente recessividade. Sem dúvida, é esta a mais séria das objeções, mas nem por isso faltam argumentos para desfazê-la, ao menos em parte. Examinemos primeiro, o caso em que a mutação é totalmente recessiva (ou quasi recessiva) com relação ao tipo predominante; a sua propagação será, logicamente, muito retardada devido à ação dominante do alelomorfo "selvagem" e a sua sobrevivência dependerá do grau de adaptabilidade ao meio ambiente onde apareceu; sem dúvida, muitas destas mutações sucumbem e desaparecem em pouco tempo, pois geralmente se apresentam inferiores ao tipo selvagem no que concerne à sua capacidade de enfrentar a luta pela existência. Acontece, porém, que a fórmula mutada recessiva também pode apresentar certas vantagens sobre a fórmula anterior, por exemplo, quando houver mudança do meio ambiente devido à migração ou outra ocorrência qualquer. Neste caso,

dar-se-á, pois, a possibilidade de se formar uma nova população caracterizada pela mutação anteriormente ocorrida. Na grande maioria, porém, a recessividade das mutações não é total, e o grau de dominância do gen "selvagem" é variável conforme o caso. A expressão do caráter do híbrido (mutado x selvagem) será, portanto, mais ou menos intermediária de acordo com o referido grau de dominância. Fisher, nas suas considerações sobre a origem da dominância, supõe que a dominância da forma selvagem sobre o tipo mutado é consequência da ação de fatores (gens) modificadores; é parte do princípio de que na grande maioria dos casos, os híbridos (selvagem x mutado) são também intermediários quanto à sua viabilidade, devendo, pois, existir em número relativamente elevado; supõe, então, que a viabilidade destes heterozigotos pode ser aumentada no decorso de muitas gerações devido à seleção de fatores modificadores que os transformam gradativamente em um novo tipo "selvagem". A teoria de Fisher tem sido criticada por Sewall Wright, Haldane e Harland; os dois primeiros autores julgam que a seleção dos fatores modificadores não pode ter uma importância tão acentuada na elaboração da dominância; comparando a ação de gens à das enzimas, supõem que o gen "selvagem" possui um certo potencial que garante a viabilidade normal do organismo; uma modificação na estrutura do gen, trazendo em consequência uma redução da sua atividade enzimática, resultaria no aparecimento de um alelomorfo recessivo. Harland, baseando-se nos seus extensos estudos sobre a hibridação interespecífica no gênero *Gossypium* provou que existe numa determinada espécie, um sistema de fatores modificadores, provocando dominância de certo caráter, mesmo que nesta espécie não tenha ocorrido o aparecimento do respectivo caráter alelomorfo recessivo. (O caráter recessivo fôra transferido de outra espécie). Harland confere importância especial aos sistemas de fatores modificadores na evolução, afirmando que "êles realmente representam a espécie".

Como se deduz do acima exposto, formularam-se várias hipóteses para provar que mesmo as mutações recessivas podem ter também papel importante na evolução.

Em muitos organismos também têm sido encontradas mu-

tações de gens dominantes sobre o tipo normal; a-pesar-de aparecerem em muito menor proporção do que as mutações recessivas, elas, sem dúvida, representam uma das modalidades da evolução dos seres, principalmente quando são caracterizadas, por uma maior viabilidade que o tipo normal.

As mutações causadas por mudanças na estrutura cromosômica, têm sido frequentemente observadas em muitos organismos; entre estas, a poliploidia tem um papel preponderante, na origem de novas formas, pela duplicação do número dos seus cromossomos.

O segundo princípio criador de novas formas, constitui, sem dúvida, a *hibridação*. No caso de cruzamentos dentro de uma mesma espécie não criam-se, propriamente, tipos novos, mas poderão resultar indivíduos com *novas combinações* de caracteres, que, em certas circunstâncias de meio, poderão apresentar grandes vantagens sobre os tipos anteriores, cujo desaparecimento poderá ser completo. A-pesar-de mais raros, dão-se também, na natureza, cruzamentos entre grupos taxonomicamente mais distantes (espécies e gêneros) geralmente, não viáveis; em alguns casos, porém, resultam daí combinações híbridas completamente novas, em geral estéreis, que não se propagando assexuadamente, sucumbirão sem deixar vestígios; ao contrário, possuindo um mecanismo qualquer de multiplicação agâmica, estes híbridos poderão constituir novas populações, desde que o meio ambiente onde se originaram lhes seja favorável. Algumas vezes, entretanto, tais híbridos são férteis, manifestando, então, na sua descendência, forte segregação dos caracteres. O meio ambiente, nesse caso, se incumbirá de escolher os genótipos melhor adaptados que se propagarão ao lado das formas primitivas, ou as substituirão gradativamente.

Mutações e hibridações representam, pois, os verdadeiros agentes criadores de novas formas, fornecendo, por assim dizer, as matérias primas para a evolução dos seres. Mas não basta esclarecer a natureza destes agentes; é preciso que saibamos interpretar os fatores que entram em ação, quando uma nova variação é injetada na composição genética de uma população. A sua sobrevivência, o grau de domínio que exercerá sobre as formas anteriores, a rapidez da sua expansão, a conquista de

novas zonas ecológicas, etc., etc., dependerão de uma série de fatores, dos quais apenas mencionaremos, a seguir, os principais. Já vimos atrás que o método de reprodução é importante, pois, tanto por mutação como pela hibridação, interespecífica ou intergenérica, poderão surgir fórmulas estereis cuja sobrevivência somente estará garantida pela propagação assexuada; do contrário perecerão. A maior ou menor tendência manifestada pela nova fórmula de se hibridar com tipos de estrutura genética semelhante ou bem diferente, o seu isolamento geográfico ou as possibilidades de sua imigração para zonas ecológicas diversas, as bruscas mudanças do meio ambiente onde apareceu a variação, ou para onde ela emigrou e mais uma série de outros agentes, serão os responsáveis pelo destino da nova fórmula. Todos estes agentes atuam sem cessar, selecionando umas e eliminando outras de acordo com a sua capacidade de enfrentar a luta pela existência. Destaca-se, pois, aqui, a poderosa influência da *seleção natural*. O velho princípio Darwiniano surgiu, de novo, reafirmado em toda a sua plenitude pelas mais modernas pesquisas sobre a evolução. Qualquer modificação, por insignificante que seja, da arquitetura genética de um ser vivo, será submetida à poderosa ação do meio ambiente, que pronunciará o julgamento final sobre o seu destino. Façamos, pois, aqui justiça a Lamarck, que revolucionou a sua época, chamando atenção para esta influência decisiva do meio como fator preponderante na evolução. Hoje rejeitamos a sua teoria da hereditariedade dos caracteres adquiridos pelo soma, mas nos manifestamos unânimes em concordar que a influência do meio pode ser tão incisiva a ponto de provocar mutações nas células germinais como de fato tem sido experimentalmente provado.

Pelo que ficou acima exposto, a concepção moderna da evolução estabeleceu duas classes distintas de fatores: os que *criam* novas fórmulas (mutações e hibridações) e os que *determinam* o destino destas (seleção natural e outras). Vimos que todos os grandes evolucionistas do passado contribuíram com a sua filosofia e teorias para a concretização da concepção que hoje fazemos da evolução; dizer-se hoje Lamarckista, Darwinista ou Weissmaniano é revelar ignorância das modernas

conquistas daquelas ciências que colaboram na elucidação cada vez maior dos fenômenos da evolução orgânica. O progresso destas ciências certamente introduzirá no futuro novos princípios e modificações nesta concepção, tornando-a cada vez mais perfeita.

V — APÊNDICE: PROVÁVEL HISTÓRICO DA EVOLUÇÃO DE ALGUNS GÊNEROS DO REINO VEGETAL

A título de elucidação, relataremos a seguir as hipóteses que têm sido lançadas para explicar, à luz das modernas pesquisas de genética e de citologia, a evolução recente de alguns vegetais.

1) *Coffea*

Sendo o cafeeiro a nossa principal planta econômica, e apesar de estarem ainda em seu início os estudos de genética e de citologia em andamento no Serviço de Genética do Instituto Agrônomo, desejamos formular algumas hipóteses sobre a origem das variedades aqui cultivadas. Todas elas pertencem ao *Coffea arabica* L. e têm $2n = 44$ cromossomos. Recentes estudos em um haploide ($2n = 22$) revelaram a provável existência de cromossomos homólogos (parcial ou inteiramente) o que sugere a origem autoploide das formas hoje em cultivo; estas ter-se-iam originado por uma mutação que consistiu numa duplicação do número de cromossomos. A análise genética, de vários caracteres, entretanto, parece desaproveitar esta hipótese, porquanto até hoje não encontramos nenhum caso de hereditariedade determinada por fatores duplos "duplicate genes". Por outro lado, foi há pouco tempo examinado um híbrido interespecífico triploide ($2n = 33$) proveniente do cruzamento de *C. arabica* ($2n = 44$) x *C. canephora* ($2n = 22$). Na prófase da primeira divisão meiótica verificou-se a existência de filamentos triplos o que sugere a hipótese de que alguns cromossomos do *C. canephora* encontraram segmentos homólogos em outros cromossomos de *C. arabica*. Este fato lembra, por sua vez, a possibilidade de uma origem alopoliploide desta última es-

pécie, isto é, que em sua composição genética atual entra parte do genômio de uma outra espécie. Neste caso, a hibridação teria tido papel saliente na evolução de *C. arabica*. Sómente quando os estudos sobre a genética e a citologia tenham abrangido um grande número de outras espécies de *Coffea*, realizando-se também extensos estudos sobre as formas selvagens ainda hoje existentes em várias partes da África, principalmente na Abissínia, é que, possivelmente, teremos em mãos dados para esclarecer pelo menos as últimas etapas da história da evolução do gênero *Coffea*.

Em aditamento, lembremos ainda que durante as nossas pesquisas encontramos uma série de variações, umas causadas por mutações de gens, como as respectivas análises vêm comprovando, e outras originadas também na natureza, por anomalias cromossômicas. Algumas destas mutações, apesar de recessivas, demonstram ótima viabilidade e até vantagens sobre o tipo normal, como acontece, por exemplo, com a var. *semperflorens*, a qual, devido à sua resistência à seca e constante produção, provavelmente se tornaria na natureza, um forte rival para a forma normal. Interessante, ainda, é notar-se que várias das mutações aqui encontradas são dominantes sobre a forma primitiva o que representa uma prova de que nem sempre as mutações recessivas se acham em grande maioria.

2) *Gossypium*

Harland, em trabalho apresentado na 1.ª Reunião Sul Americana de Botânica, reunida no Rio de Janeiro, em outubro de 1938, e em um dos capítulos do seu recente livro "The Genetics of Cotton", apresenta uma interessantíssima hipótese sobre a provável origem das formas de algodoeiro. Destacamos, a seguir, os principais pontos desta hipótese: "O gênero *Gossypium* se divide em dois grupos de espécies com, respectivamente, $2n = 26$ e $2n = 52$ cromossomos e possui uma distribuição geográfica extraordinariamente dispersa, sendo encontrado na América, África, Ásia, Austrália, e ilhas do Oceano Pacífico. Em todos os híbridos até hoje estudados, Skovsted encontrou

maior ou menor homologia de cromosômios; deduz-se daí que se trata de um gênero *monofilético* quanto à sua origem. Segundo Skovsted, duas fôrmas de Malváceas se cruzaram no Cretáceo, cada uma com $n = 6$ cromosômios, dos quais mais tarde se formaram poliploides secundários com $n = 13$, sendo que 5 cromosômios se acham aí repetidos duas vêzes e um dêles três vêzes (Skovsted deriva esta hipótese das suas pesquisas citológicas). Êste ancestral "tetraploide" ter-se-ia subdividido mais tarde, em vários grupos sem que houvesse mudança do número de cromosômios, o que lhes facultou a possibilidade de se cruzarem entre si. Os descendentes de dois dêstes grupos se encontram hoje na América do Norte — a série *Davidsonii* — *Klotzchianum* e a série *Thurberi* — *Armourianum-Aridum*. Um outro grupo principal continuou a se diferenciar no velho mundo; dêste grupo *G. Stocksii* e *G. Sturtii* devem ter se separado muito cedo, o primeiro para a Índia e a Arábia e o segundo para a Austrália. Na África se diferenciou o *anomalum*, enquanto o grupo *arboreum-herbaceum* se estendeu pela África, Ásia Sudeste e pela Polinésia. No fim do cretáceo supõe-se que a distribuição geográfica dos ancestrais das fôrmas atuais asiáticas e americanas de $n = 13$ cromosômios se confundiram até certo ponto no continente da Polinésia hoje submerso. Pela hibridação entre os membros dêstes dois grupos, novos aloploides se originaram — "octoploides modificados" — que representam os ancestrais dos algodões "New World" hoje em cultivo. Dois fatos principais conduzem à hipótese da existência de um centro de origem das atuais espécies "octoploides" na Polinésia: 1.º a presença nelas de dois genômios, sendo um *asiático* e outro *norte americano*, fato que as pesquisas de genética e de citologia estabeleceram de fôrma definitiva. 2.º a existência em alguns grupos de ilhas da Polinésia de espécies endêmicas de algodões "octoploides". Além disso, há provas geológicas referentes á existência de largas faixas de terras da Polinésia, que devem ter desaparecido no Terciário. Alguns grupos "octoploides" se salvaram em certas ilhas; assim, em Galápagos, elas são encontradas ao lado de um único sobrevivente "tetraploide" (*Klotzschianum*). Os octoploides que sobreviveram no Hawaii, em Galápagos e nas Ilhas Fiji,

a-pesar-de isolados dos seus congêneres americanos por alguns milhões de anos, sofreram mudanças genéticas radicais, mas se diferenciaram muitíssimo pouco sob ponto de vista citológico. Os "octoploides" que atingiram o continente americano encontraram um ambiente favorável à sua dispersão e para a diferenciação de espécies, existindo agora apenas 4 espécies bem definidas, *G. hirsutum* L. com o seu centro de origem provavelmente no Norte do México, *G. barbadense* L. no Perú, *G. purpurascens*, Poir e *G. punctatum*, Sch. et Thon originários no Nordeste Brasileiro, Antilhas até o sul dos Estados Unidos. Tôdas estas espécies, a-pesar-de citologicamente quasi idénticas, sofreram profundas modificações genéticas durante a longa separação que durou períodos geológicos; novos alelomorfos apareceram por mutações e caractéres homólogos se tornaram de constituição genética diferentes; a seleção natural agiu de acôrdo com o meio ambiente, onde cada uma das espécies se diferenciou. Com exceção de *G. Klotzschianum* não foi até hoje encontrada nenhuma outra espécie "tetraploide" dos tipos americanos ou asiáticos nas ilhas da Polinésia; é provável que a maioria deles tenha desaparecido em virtude das profundas mudanças geológicas que ocorreram com a submersão das terras da antiga Polinésia. A sobrevivência dos octoploides poderia ser atribuída à sua constituição genética mais complexa, permitindo que oferecessem maior resistência às radicais modificações geológicas que ali se operavam".

3) *Zea*

A origem desta importante planta americana tem sido objeto de sérias discussões; em trabalho anteriormente publicado (Método de melhoramento do milho 1932) já tivemos oportunidade de apresentar várias hipóteses sugeridas por alguns geneticistas americanos. Como é sabido, o gênero *Zea* possui dois gêneros muito próximos, *Trispsacum* e *Euchlaena*; com este último se cruza facilmente, produzindo, às vezes, híbridos férteis. Recentemente, Mangelsdorf sugeriu que *Euchlaena* tenha se originado pelo cruzamento de *Zea* x *Trispsacum*, e supõe que o *Zea tunicata* seja o ancestral direto do milho hoje cul-

tivado. *Beadle*, porém, é de opinião que o gênero *Euchlaena* representa o antecessor direto de *Zea*, do qual se tenha originado por uma longa seleção efetuada pelos índios pré-colombianos.

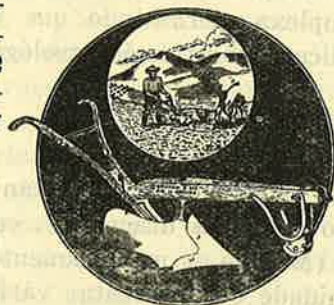
Julgamos que os três exemplos acima mencionados sirvam para ilustrar um pouco o que ficou exposto no capítulo anterior sobre a concepção moderna da evolução; vimos que as mutações em diversas das suas modalidades, e as hibridações representam de fato os agentes criadores de novas formas; citamos exemplos de migrações de espécies e nos convencemos do efeito preponderante da seleção natural orientando a marcha da evolução.

Arados reversível "BRUNOW" Z-7

Já consagrado pela experiência dos lavradores

Arado destinado especialmente ao lavrador brasileiro porque é **Simples - Forte - Barato - Eficiente**. O Arado Reversível «BRUNOW» Z-7 vem revolucionar os métodos rotineiros

Adoptar esse aparelho agrícola é iniciar o lavrador com a agricultura mecânica — a **Única que dá lucros** — Por essas razões o Governo Federal, as Secretarias de Agricultura e os lavradores experientes tem preferido sempre o **Arado Reversível «BRUNOW» Z-7**



BRUNOW & CIA,
FABRICANTES

Rua Conde de Leopoldina, 637 — Rio de Janeiro — Telephone: 28-2352