

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-
Vasconcellos 1950)

Secretário: Dr. Luiz Gonzaga E. Lordello

VOL. XXXVI

JUNHO - 1961

N. 2

ACÉRCA DE VIDA, DE VIRUS E DE GEN

S. DE TOLEDO PIZA JR.

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

Depois que WOEHLER, em 1828, conseguiu preparar sinteticamente uréia, os químicos do meado do século passado, compreendendo que a produção de compostos orgânicos não era privativa de seres organizados, dedicaram-se, com afinco, à pesquisa de métodos e processos que permitissem a síntese de novos complexos. Com o desenvolvimento das investigações nesse novo e promissor terreno, logo começaram a aparecer inúmeras e variadas substâncias orgânicas produzidas em laboratório. No começo do presente século, EMÍLIO FISHER e seus seguidores conseguiram sintetizar peptídios e de lá para cá os progressos realizados foram tão grandes, que estamos ainda longe do término do século e já se obtêm em tubos de ensaio, retortas e cadinhos, produtos dos mais elevados, inclusive êsse afamado DNA, a que se atribui o papel antes atribuído aos gens da clássica genética. (LEHMAN et al., 1958; BESSMAN et al., 1958).

Não é pois de admirar, que, desde muito, tenha surgido na cabeça do cientista a idéia de produzir a vida no laboratório. Já quando se anunciou a síntese dos primeiros polipeptídios, não faltou quem dissesse estarmos já perto da produção de seres vivos por processos artificiais. O *omne vivum e vivo* aparentemente irrevogável, cairia então definitivamente por terra. Ninguém, entretanto, procurou estimar, com base na

rapidez com que avançava o progresso em todos os setores da atividade científica, a distância que nos separava do evento. Estaria próximo o dia em que o telégrafo espalhasse pelo mundo a notícia — a mais empolgante de todas as notícias — que um ser vivo surgiu das reações químicas que se processavam no interior de uma retorta!... Esse dia — o maior de todos os dias — tanto podia estar a dez anos de nós como a dez séculos. Por conseguinte, hoje, a despeito das extraordinárias conquistas da bioquímica, que culminaram com a produção do DNA em tubo de ensaio, nos encontramos ainda tão longe da meta, como naqueles dias remotos que marcaram a obtenção dos primeiros produtos resultantes da reunião de aminoácidos.

Recentemente, em um tribunal de cientistas reunidos para apreciar os progressos da Biologia no centenário da publicação do famoso livro de DARWIN, a *Origem das Espécies*, houve quem desse o insignificante prazo de mil anos, para a produção em laboratório dos primeiros seres vivos (EVANS, 1960). Houve até quem, dando à vida uma definição que conviesse aos seus propósitos, considerasse o DNA como uma entidade viva e desse o magno problema como já solucionado (MULLER, 1960). É bom, antes de prosseguir, ter em mente, que os grandes geneticistas-micromeristas do presente, responsáveis pelo conceito de “gen -- conta de rosário”, que apesar de morto, ainda domina toda a genética, necessitam de uma entidade corpuscular viva, extremamente simples, que venha substituir o gen. E por isso, abrindo mão, com excessiva facilidade, dos atributos fundamentais dos seres vivos, passaram a considerar a molécula de DNA, como dotada de vida, pela simples razão — dizem eles — dessa molécula gozar da faculdade de replicação.

Considerando “replicação” como uma sorte de auto-elaboração de sua própria substância, ou auto-síntese, tal como se reconhece nos seres vivos, o geneticista-micromerista achou que o DNA, exibindo essa faculdade, bem poderia ser considerado como a mais simples forma de vida até agora conhecida. Mas, acontece, que o geneticista, que, premido pelas circunstâncias, elegeu o DNA como substituto do gen, limitou-se a transferir para aquela substância, gratuitamente, propriedades vitais de entidade imaginária que apenas por hipótese era dotada de vida independente. Sim, porque o gen, mesmo que fôsse uma realidade e não mera hipótese de trabalho, nem assim poderia ser considerado como detentor autônomo de faculdades verdadeiramente vitais. E isso, porque nem os cromossomos — organelas nucleares acerca de cuja existência nin-

guém duvida. — corpúsculos materiais de forma, estrutura e composição conhecidas, que crescem no núcleo em repouso para a seguir dividir-se, nem os cromossômios, repitamos, podem ser considerados como entidades dotadas de vida própria. A vida, como tal, é apanágio da célula tôda considerada como um sistema e não de qualquer de suas partes tomada isoladamente. Dêsse assunto, amplamente discutido em outras publicações (PIZA 1941, 1947, 1951), resulta que a auto-síntese ou auto-elaboração constitui de fato propriedade fundamental, sem a qual nenhum ser pode considerar-se vivo. São, pois, expressões, que só encontram aplicação no mundo dos seres organizados. “Replicação”, pelo contrário, só na matéria bruta encontra emprêso adequado, embora possa ser impropriamente usada como sinônimo dos primeiros.

Analisando-se, porém, criticamente, o assunto, logo se percebem as diferenças: “auto-síntese” ou “auto-elaboração” refere-se à atividade fisiológica do organismo todo e dá como resultado a produção da substância específica, que lhe é própria. Assim, alimentando-se dos mesmos alimentos, o cão elabora “substância de cão” e o gato, “substância de gato”. A “replicação”, contrariamente, refere-se, de modo particular, a determinada substância e não a um organismo. Dessa maneira, podemos dizer que uma molécula de DNA replica-se, isto é, produz uma nova molécula de DNA, mas não podemos dizer que uma ameba replica-se produzindo uma nova ameba. É isso porque a produção de nova ameba implica na elaboração de mais substância específica, ou seja, de mais *protoplasma da ameba*, ao passo que a replicação do DNA é um fenômeno incomparavelmente mais simples, que não chega a deixar o âmbito molecular. Temos, pois, de um lado, um mero fenômeno químico e de outro, o mais complexo dos fenômenos vitais.

A replicação pode processar-se *in vitro* ou *in vivo*. Tanto num caso como no outro a energia consumida no processo não é gerada pelo corpo que replica. No primeiro caso provém das reações químicas que se efetuam no meio em que a substância se encontra; no segundo, dos processos vitais que se desenvolvem no organismo.

A afirmativa feita acima e aliás bastante generalizada, de que o DNA que se replica produz uma nova molécula de DNA, não exprime a verdade dos fatos. A nova molécula que surge no final do processo não é produzida por uma molécula pre-existente e sim pela atividade bioquímica da célula em que se verifica a ocorrência. Uma molécula, seja lá do que for, não é capaz de produzir outra molécula de si mesma, duplicando,

dêsse modo, a sua substância, por não preencher as condições exigidas para isso. Como poderia, por exemplo, uma molécula de DNA, replicar-se, se para tal são necessários novos nucleotídeos e ela não dispõe dos meios para produzir tão complexas substâncias? Se mais moléculas aparecem é porque o protoplasma vivo, por meios de reações bioquímicas em que tomam parte uma variedade de enzimas específicos, uns promovendo desdobramentos, outros sínteses das mais diversas substâncias, preparam os açúcares, o ácido fosfórico e as bases purínicas e pirimidínicas, que reunidos em determinada sequência, dão formação às réplicas da molécula inicial. Todos os recursos para tal mobilizados, em material e em energia, provêm de atividades vitais da célula.

Sabe-se da experimentação com vírus e com fagos, que inoculando-se uma célula suscetível com diferentes DNAs, o que a célula produz de cada vez é o DNA inoculado e não outro qualquer. (BURNET & STANLEY, 1959; ADAMS, 1959; PORTER, 1959). Isso mostra que a célula viva dá para cada caso uma resposta diferente e por conseguinte específica. Daí se depreende que o DNA, embora não possa ser considerado como o produtor de sua própria substância, é inegavelmente o agente estimulador que obriga o protoplasma a produzi-lo. Além desse papel autocatalítico, o DNA desempenha um outro, morfogenético, fazendo com que o laboratório vivo, que é a célula, produza partículas de fago com a forma característica daquela que forneceu o inóculo.

Querer saber porque o DNA tem essas propriedades é o mesmo que querer saber porque o hidrogênio tem as propriedades de hidrogênio: exorbita das pretensões da ciência. O que podemos afirmar com bastante segurança é que as faculdades por todos reconhecidas no DNA não bastam para que se possa considerá-lo uma substância viva. Aliás, não existe substância viva, se dermos a substância o significado que lhe dá a Química. Por mais complexa que seja uma molécula, ela não pode viver, porque para tanto se exigem condições que a matéria em estado molecular não consegue preencher. Nem mesmo um agregado de moléculas. Para viver, a matéria precisa organizar-se até adquirir a estrutura, a constituição e as propriedades de *protoplasma*. É necessário que moléculas de diferentes substâncias orgânicas, isoladas ou agregadas em partículas de variadas dimensões, formem na água um complexo coloidal em que as múltiplas fases, nas quais componentes minerais se acham dissolvidos, possam passar do estado de sol ao estado de gel e vice-versa, bem como do estado de fase dispersa ao de

meio de dispersão. Se isso é o mínimo que se exige da matéria para que ela possa ser considerada viva, como pretender que uma simples molécula possa viver ?

Aquêles que, abrindo mão dos mais comezinhos preceitos da Biologia, pretendem considerar o DNA como uma substância viva, deveriam ter sempre em mente estas palavras de VON BERTALANFFY (1949) :

“There is no “living substance” in the sense that lead, water, or cellulose are substances where any arbitrarily taken part shows the same properties as the rest. Rather is life bound to individualized and organized systems, the destruction of which puts an end to it”. (p. 13)

Igualmente, jamais deveriam esquecer, que, de conformidade com o mesmo Autor,

“it is impossible to resolve the phenomena of life completely into elementary units; for each individual part and each individual event depends not only on conditions within itself, but also to a greater or lesser extent on the conditions within the whole, or within superordinate units of which it is a part.”. . . “Thus the characteristics of life are characteristics of a system arising from, and associated with, the organization of materials and processes” “The problem of life is that of organization.” (p. 12)

Em face disso, não se pode considerar a molécula de DNA, de RNA, de proteína ou seja lá do que for, como sendo uma entidade dotada de vida, ainda mais que a replicação só pode ser considerada como a consequência de atividades bioquímicas do protoplasma funcionando como sistema.

BERTALANFFY (1949) explica muito bem que o processo vital é único. O ser vivo se mantém num estado permanente de consumação e recuperação de energias, o que se efetua através um regime igualmente permante de trocas de material com o meio em que vive, possuindo para êsse fim um elevado número de ênzimos específicos. Precisa além disso poder responder a estímulos exteriores não somente com movimentos, mas também alterando a velocidade das reações que se processam no seu interior. Mais ainda, o organismo nasce de um organismo preexistente, desenvolve-se, cresce, envelhece e morre.

Na falta de todos êsses requisitos, pode-se considerar descabida a pretensão daqueles que consideram o DNA como a mais simples forma de vida.

Aliás, a replicação, que tanto impressiona o geneticista a ponto de fazê-lo fechar os olhos para tudo mais, não é um fe-

nômeno sem precedentes. A tripsina aumenta autocataliticamente pela conversão da protripsina (FREY-WYSSLING, 1948).

A função morfogenética, segundo a qual o DNA proveniente de determinado vírus faz com que o protoplasma da célula inoculada produza corpúsculos com a forma daquele de que proveio, por seu turno, se reconhece em outros corpos. É assim, por exemplo, que substâncias provenientes de insetos produtores de galhas (*Aphididae*, *Cecidomyidae*) fazem com que as partes das plantas sobre que atuarem produzam para as larvas habitáculos de forma perfeitamente característica. Galhas cônicas e arredondadas, lisas ou ornadas de projeções dos mais variados aspectos, são muito comuns nas folhas de diversas plantas. (KUESTER, 1911; HOUARD, 1933). Às vezes, o vegetal produz para o inseto estruturas requintadas, com opérculo que se abre para a libertação do adulto. É o caso, por exemplo, da bela galha esférica produzida para *Cecidoses heremita* pelas hastes de *Duvaua longifolia*. A mesma folha pode construir galhas diferentes para diferentes espécies de insetos. As estruturas edificadas são tão características, que se pode com segurança determinar a espécie que as provocou. O mais interessante na história das galhas é exatamente a ação morfogenética de substâncias químicas, provocando nas plantas uma reação específica, que se traduz pela produção de um órgão de forma característica. Isso representa, em grau muito mais complexo, o fenômeno da produção de uma partícula de vírus de determinada forma pelo protoplasma da célula inoculada com o respetivo DNA.

Da mesma natureza é a ação morfogenética das substâncias químicas que atuam no desenvolvimento do embrião. Sabe-se, por exemplo, que indutores químicos produzidos nas células da cápsula ocular que se destaca dos lados do diencéfalo de anfíbios, provocam a formação de um cristalino onde quer que alcancem um blastema competente. Inúmeras outras estruturas só se diferenciam sob a influência de substâncias ativas atuando em tecidos ainda não determinados. (KUEHN, 1955; LEHMANN, 1945; NEEDHAM, 1942; WEISS, 1939; HUXLEY & DE BEER, 1934; GALLIEN, 1958).

Se sempre se atribuiu a ação morfogenética produtora de galhas ou de órgãos que se constituem no decurso do desenvolvimento do embrião a meras substâncias químicas, porque quer agora considerar *vivo* o DNA se o que êle provoca na célula inoculada é um fenômeno da mesma natureza?

A razão parece estar no fato de se ter considerado o vírus

como um ser vivo, antes de se vir a saber o que aquela entidade realmente era. O virus era conhecido apenas pelo seu comportamento. E visto, apesar de invisível, proceder exatamente como bactérias, produzindo moléstias com sintomas característicos para cada caso, multiplicando-se e reproduzindo o mesmo quadro clínico quando inoculado em organismos susceptíveis, não tiveram dúvidas microbiologistas, patologistas e biólogos em geral, em considerá-lo como um ser vivo, mais simples ainda do que os mais simples micróbios conhecidos.

Isso, porém, só se justificava antes de se saber o que era na realidade aquêle ser "misterioso" que se manifestava de maneira tão característica e não obstante fugia pelos poros dos filtros que retinham as menores bactérias e não se deixavam alcançar pela potência ótica dos mais aperfeiçoados instrumentos de pesquisa. Mas depois que a microscopia electrônica e a bioquímica deram-nos, com requintes de detalhes, a forma, a estrutura e a composição do virus, não mais se compreende haja ainda quem os considere como "micróbios".

A forma específica do virus, é como a forma específica dos cristais: independente de vida. Embora um germe cristalino, sem forma definida, faça com que a solução concentrada em que foi colocado produza indivíduos cristalinos com a forma do cristal de que proveio, ninguém vai por êsse motivo considerá-lo vivo, sabendo que a vida não pode existir numa substância em estado de pureza. Pela mesma razão não se vai considerar vivo o DNA, que em estado de pureza, faz com que o protoplasma para onde foi levado produza corpúsculo com a forma daquele que lhe deu origem.

Deve haver um forte imperativo pressionando o geneticista para que êle reconheça vitalidade nos virus. Do contrário não se conseguiria compreender como pudesse uma das maiores expressões da moderna genética (DOBZHANSKY, 1955) afirmar que o virus do mosaico do fumo se reproduz à custa do material encontrado nas fôlhas infestadas, tal como um parasita intestinal se constitui do meio em que vive. (pàg. 16). Jamais constou a biologista algum, que o conteúdo intestinal, pelo trabalho de ênzimos específicos, desdobre as mais variadas e complexas substâncias, para, reunindo as unidades libertas, sintetizar a substância específica que constitui o corpo de uma ameba, uma giardia ou uma lombriga, à semelhança do que faz a célula viva com relação ao virus. Sim, porque êste, incapaz como é de elaborar a sua própria substância, é "confeccionado" pela célula que parasita, a qual, à custa de sua própria energia, sintetiza o material que entra na formação das parti-

culas de vírus. Os parasitas intestinais, com recursos próprios, preparam, a partir de material estranho, a substância que entra na formação do seu corpo e muitas vezes, à custa do mesmo material, a ameba prepara substância de ameba e a lombriga, substância de lombriga. Eis uma coisa que os vírus não são capazes de fazer...

O geneticista procura manter a vitalidade do vírus para preservar a vitalidade do DNA e com isso sustentar a vitalidade do gen e também para ver se consegue protelar por mais algum tempo a queda iminente do edifício levantado meio às pressas sobre frágeis alicerces e que se intitula "Genética de Vírus". De fato, porque de um lado, não lhe fica bem, substituir o "gen-protoplasma", por um "gen-químico" só com propriedades de matéria bruta e de outro, porque, se o vírus realmente não vive, a genética de vírus passará a ser considerada como um dos maiores erros da biologia de todos os tempos.

A genética, para se fazer entender, necessita de gens individuais e independentes. A estrutura e a composição química dos gens podem ser quaisquer, pois as propriedades que lhes são atribuídas são mais ou menos arbitrárias. O geneticista está sempre disposto a achar que o gen desempenha o papel que dêle se exige para esclarecer situações obscuras. Porisso, é indiferente que êle seja diminuta porção de protoplasma ou mera molécula de matéria bruta. Uma coisa é imprescindível: a ordem linear, seja de moléculas, seja de nucleotídeos.

Depois das memoráveis obras de GOLDSCHMIDT (especialmente 1938, 1940 e 1955), que liquidaram o gen-partícula e firmaram o conceito de cromossômio-unidade, geneticistas têm procurado salientar que a idéia preformacionista segundo a qual cada gen se responsabilizava individual e independentemente por um ou mais caracteres (neste caso ação pleiotrópica) é simples fruto de uma incompreensão. E' assim que DOBZHANSKY (1955) afirma que o mesmo gen, pelo menos em organismos superiores, pode produzir diferentes ênzimas em diferentes tecidos ou em diferentes estádios do desenvolvimento do mesmo tecido. Ora, como para aquêle geneticista os ênzimas são os produtos ativos por intermédio dos quais os gens desenvolvem no organismo a sua função específica, conclui-se que o gen muda de função nas diferentes partes do corpo em que deve atuar.

Mas é evidente que os gens trabalham em tôdas as células do organismo e por conseguinte todos os gens cooperam para a realização de todos os caracteres. A teoria do gen corpuscular, individual e independente, encerra dificuldades inamoví-

veis, que a invalidam. Num esforço supremo para removê-las, DOBZHANSKY (1955), o destacado paladino do cromossômiosário, chega a escrever, que a maneira usual "of describing and naming genes is convenient because it is concise, but it is also misleading because it seems to imply that every gene has an exclusive influence on one and only one character." E acrescenta: "In reality, the gene theory does not assume that the genes are rudiments or representatives of particular body parts or of particular traits. The development of the organism is due to all the genes acting together in concert. All the genes which the organism has interact with the environment, and in so doing they make the fertilized egg develop by stages into a fetus, an infant, a child, an adolescent, an adult, an old man or an old woman, and finally a cadaver. It should always be kept in mind that, despite the shorthand designations which geneticist use in naming genes, many, and probably all genes influence several or many traits of the organism which carries them" (p. 35-36).

Embora não se possa concordar que todos os gens que o organismo possui "interact with the environment", visto que a interação é entre organismo e meio e não entre gens e meio, é bem certo, conforme vem PIZA (1947) salientando há cêrca de 14 anos, que todos os gens trabalham ao mesmo tempo e de modo diferente nas diversas etapas percorridas pelo ser que se desenvolve. Isso porém não livra a teoria do gen de sua feição eminentemente préformacionista, e bem assim em nada melhora a situação extremamente precária de gêns autônomos individualmente responsabilizáveis pela exteriorização de um ou mais caracteres mendelianos. A aceitação tácita de que todos os gens trabalham em colaboração para a produção de todos os caracteres, não lhes tira aquilo que cada um tem de particular e que serve para distinguí-lo de todos os outros. Já DOBZHANSKY (1943) afirmara que "os gens são corpos que possuem em comum uma certa estrutura química e, ao mesmo tempo, outras estruturas que os tornam completa e especificamente diferentes uns dos outros." Esse traço diferencial que assinala a individualidade do gen e que serve para batizá-lo, não pode desaparecer sem que com isso desmorone todo o monumento construído pela genética clássica. Porisso, para a preservação da teoria, de nada vale reconhecer que os gens cooperam uns com os outros na produção dos chamados caracteres unitários. Porque, não obstante, cada gen tem uma particularidade estrutural e funcional que é só dêle e sem a qual êle não poderia existir. Essa particularidade é aquela que o ge-

neticista leva em conta para confeccionar os mapas cromossômicos.

A questão não se consegue afastar dêste dilema : ou cada gen tem algo de particular que faz com que êle intervenha de modo específico na produção do caráter e a genética continua a ser preformacionista uma vez que caracteres diferentes são representados no ôvo por entidades discretas diferentes, ou não existe gen.

Ora, é claro que a segunda alternativa é a que prevalece. De fato, se todos os gens trabalham em tôdas as células do corpo, desenvolvendo actividades diferentes em células diferentes, de tal maneira, que se o organismo possuir n sortes distintas de células cada gen tem que exercer n funções diferentes, é lógico que a hipótese do gen "unidade discreta" elaborada sob a presunção de que aquelas entidades contidas no ôvo e individualmente responsáveis pelos caracteres mendelizáveis desenvolvessem um ou poucos trabalhos específicos, perde completamente a razão de ser. Sim, porque, se todos os gens de um determinado cromossômio, digamos do cromossômio II da *Drosophila*, funcionam em colaboração, no disco imaginal de ôlho, para produzir ôlho, e no disco imaginal de asa, para produzir asa, fácil se torna entender, que o que trabalha de cada vez é o cromossômio todo, funcionando como unidade. Aliás, as bases do Mendelismo se encontram na junção e consequente separação de cromossômios e não de gens, na gametogênese dos híbridos.

MULLER (1958) acha, que pelo menos em bacteriófagos, as mutações podem ser consideradas como ocorrências diretamente relacionadas com os nucleotídeos. Bastaria, para provocá-las, alteração num único par de nucleotídeos da dupla cadeia elicoidal, que segundo WATSON-CRICK (1953) representa a molécula de DNA.

Os trabalhos de BENZER (1955, 1957), que suportam a opinião de MULLER, foram realizados com bacteriófagos, entidades erroneamente consideradas como seres vivos, razão pela qual deixarei de discutí-los. Entretanto, caso aquela opinião tivesse aplicação na genética verdadeira, viria apoiar a teoria, hoje vitoriosa, do cromossômio-unidade. E' assim, que, se a substituição de um par de nucleotídeos por outro ou a simples alteração constitucional dos membros de um mesmo par produzirem efeitos genéticos, passaríamos a considerar os gens como sendo nucleotídeos. Nesse caso, a molécula de DNA seria o "cromossômio genético", passando o cromossômio citológico, isto é, o cromossômio verdadeiro, a representar um agregado

de cromossômios genéticos. Os cromossômios verdadeiros seriam como os *idantes* da primitiva concepção de WEISSMANN (1892), meros veículos dos cromossômios genéticos, que então corresponderiam aos *ideos* da teoria do plasma germinativo (Das Keimplasma). (Cf. PIZA, 1935).

Como na molécula de DNA apenas se encontram quatro sortes distintas de nucleotídeos, que se repetem ao longo da dupla cadeia, segue-se que as diferentes funções gênicas atribuídas a um cromossômio dependeriam da ordem dos nucleotídeos e não de suas propriedades individuais. E a ordem pertence ao todo. Aliás, é fácil de compreender que se a função gênica não dependesse da ordem, teríamos apenas quatro gens, pois quatro apenas são as sortes de nucleotídeos que se repetem na série formada por elevadíssimo número daqueles complexos químicos. De outro lado, como a "replicação" é propriedade da molécula de DNA e não dos nucleotídeos considerados isoladamente, teríamos mais uma vez o cromossômio funcionando como um todo.

Se, pelo contrário, a molécula de DNA representar aquilo que na genética verdadeira se considera como sendo o gen, então o geneticista terá que gastar muito fosfato para descobrir um jeito de arranjar em ordem linear nos cromossômios verdadeiros tantas moléculas diferentes, quanto os gens conhecidos.

O sucesso da teoria do cromossômio-unidade, torna-se tanto mais notável, quanto mais precária se torna, no arraial dos micromeristas, a teoria do gen-conta de rosário. O próprio DOBZHANSKY (1959), o mais preeminente representante do gen-partícula, perde toda a sua antiga ênfase ao afirmar agora:

"The "bead-on-string" analogy, representing the genes as wholly independent particles, packed in chromosomes in a fortuitous linear order, arose perhaps as a text book oversimplification of Morgan's conception. But it is only fair to point out that, in the twenties and the early thirties this notion probably had the virtues of a working hypothesis" (p. 18-19).

Esse mesmo DOBZHANSKY (1943), já "in the forties", longe de considerar a teoria do cromossômio-rosário como uma hipótese de trabalho, afirmava, cheio de convicção, que o gen não é apenas um símbolo "mas sim um corpo físico, um corpúsculo, que é a unidade estrutural presente nos cromossômios do núcleo das células". E que "os gens estão localizados nos cromossômios numa série linear. Um cromossômio é uma cadeia cujos elos são os gens" (pg. 390). De mais a mais, sabem todos, que a série linear de entidades discretas independentes

nunca foi uma esquematização da concepção morganiana, com finalidade didática, e sim a expressão exata do pensamento, não só de MORGAN, mas de todos os geneticistas micromeristas que o sucederam.

O conceito de gen-partícula, tal como o concebeu MORGAN, domina ainda hoje toda a verdadeira genética.

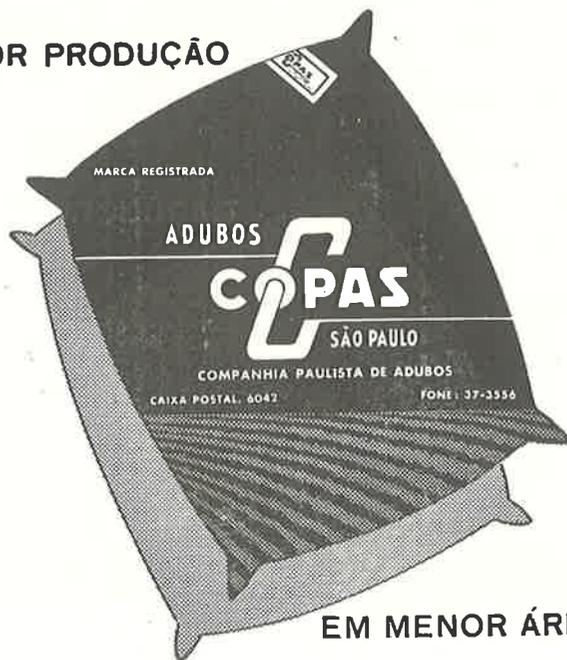
LITERATURA CITADA

- ADAMS, M. H., 1959 — *Bacteriophages*, Intersc. Publ., New York, XVIII, 592 p.
- BENZER, S., 1955 — Fine structure of a genetic region in bacteriophage. *Proc. Nat. Ac. Sci.* 41: 344-354.
- BENZER, S., 1957 — The elementary units of heredity. In Mc Elroy and Glass, A Symposium on the chemical basis of heredity: 70-93.
- BESSMAN, M. J., I. R. LEHMAN, E. S. SIMMS & A. KORNBERG, 1958 — Enzymatic synthesis of deoxyribonucleic acid. *J. Biol. Chem.* 233(1): 171-177.
- BURNET, F. M. & W. M. STANLEY, 1959 — *The viruses*, Vol 1, *General Virology*, Acad. Press, New York and London, XVII — 609 p.
- DOBZHANSKY, T., 1943 — O gen como unidade auto-reprodutiva da fisiologia celular. *Rev. de Agric.*, Piracicaba, 18 (11-12): 387-396.
- DOBZHANSKY, T., 1955 — *Evolution Genetics, and Man*, John Wiley & Sons, Inc., New York, Chapman & Hall, Limd, London, IX — 398 p.
- DOBZHANSKY, T., 1959 — Evolution of genes and genes in evolution. *Cold Spring Harbor Simp. Quant. Biol.* 24: 15-30.
- EVANS, JR., E. A., 1960 — Panel one. The origen of life. In Sol Tax and C. Callender's *Evolution after Darwin*, Vol. 3: 92-93.
- GALLIEN, L., 1958 — *Problèmes et concepts de l'embryologie expérimentale*, Gallimard, 586 p.
- GOLDSCHMIDT, R., 1938 — *Physiological genetics*, Mc Graw-Hill Book Company Inc., New York and London, IX — 375 p.

- GOLDSCHMIDT, R., 1940 — *The material basis of evolution*, Yale Un. Press, New Haven, Humphrey Milford London, Oxford Un. Press, XI — 436 p.
- GOLDSCHMIDT, R., 1955 — *Theoretical genetics*, Univ. of California Press, Berkely and Los Angeles, X — 563 p.
- HOUARD, C., 1933 — *Les zoocécidies des plantes de l'Amerique du Sud et de l'Amerique Centrale*, Libr. Scient. Herman et Cie., Paris, 519 p.
- HUXLEY, J. & G. R. DE BEER, 1934 — *The elements of experimental embriology*, At the Univers. Press., Cambridge, XII — 514 p.
- KUEHN, A., 1955 — *Vorlesungen ueber Entwicklungsphysiologie*, Springer — Verlag, Berlim, Goettingen, Heidelberg, IX — 506 p.
- KUESTER, E., 1911 — *Die Gallen der Pflanzen*. Verl. v. S. Hirzel, Leipzig, X — 437 p.
- LEHMAN, I. R., S. B. ZIMMERMAN, J. ODLER, M. J. BESSMAN, E. I. SIMMS & A. KORNBERG, 1958 — Enzymatic synthesis of deoxyribonucleic acid, V. Chemical composition of enzymatically synthesized deoxyribonucleic acid. *Proc. Nat. Ac. Sci. of the U.S.A.* 44(12): 1191-1196.
- LEHMANN, F. E., 1945 — *Einfuehrung in die physiologische Embryologie*, Verlag Birkhanser, Basel. 414 p.
- MULLER, H. J., 1958 — Evolution by mutation. *Bull. Amer. Math. Soc.* 64: 137-160.
- MULLER, H. J., 1960 — Panel one. The origin of life. In Sol Tax and C. Callender's *Evolution after Darwin*, vol. 3: 93.
- NEEDHAM, J., 1942 — *Biochemistry and morphogenesis*, At the Univers. Press, Cambridge, XIX — 785 p.
- PIZA, S. DE TOLEDO, JR., 1935 — Continuidade e independencia do germoplasma. *Bol. de Agric.*, Núm. Único, São Paulo, 116 p.
- PIZA, S. DE TOLEDO, JR., 1941 — *O citoplasma e o núcleo no desenvolvimento e na hereditariedade*, Tip. Journ. Piracicaba, Piracicaba, 146 p.
- PIZA, S. DE TOLEDO, JR., 1947 — Dissecando o gen. *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"* 4: 101-167.

- PIZA, S. DE TOLEDO, JR., 1951 — A agonia do gen. *An. Esc. Sup. Agric. "Luiz de Queiroz"*, 8: 433-636.
- PORTER, C. A., 1959 — Biochemistry of plant virus infection. In *Advances in virus research*, ed. by K. M. Smith and M. A. Lauffer, Ac. Press. Inc. Publ. New York, Watts N. Y., vol. VI — 75-91.
- VON BERTALANFFY, L., 1949 — *Problems of life*, John Wiley & Sons Inc., New York. Watts & Co., London, XI — 216 p.
- WATSON, J. D. & F. H. C. CRICK, 1953 — The structure of DNA. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* 18: 123-131.
- WEISMANN, A., 1892 — *Das Keimplasma. Eine Theorie der Vererbung*, Verl. v. Gustav Fischer, Jena, XVIII: 628.
- WEISS, P., 1939 — *Principles of development*, Henry Holt and Company, New York, XIX — 601 p.
-
-

MAIOR PRODUÇÃO



EM MENOR ÁREA