

# Dreyfus, Dobzhansky e a Genética no Brasil

---

Fausto de Oliveira Gomes  
Gabriel de Moura Silva

---

## A pesquisa no Brasil no início do século XX

Nos primeiros trinta anos do século XX, o estado de São Paulo liderava a industrialização e economia do país. As elites empresariais paulistas contavam com um crescente de mão de obra especializada, infraestrutura básica, industrialização e eletricidade, processos que traziam ao estado um contínuo de modernidade. Entretanto, havia obstáculos que atravancavam a expansão e consolidação da economia.

O pensamento das elites estava direcionado ao enriquecimento rápido a partir da fixação de um modelo de ciência aplicada, que pudesse resolver os problemas do setor agropecuário e industrial, melhorando, com isso, a economia. Fundava-se uma impávida Revolução Técnico-Científica, que buscava o aumento da produtividade, o desenvolvimento urbano e o acúmulo dos lucros. Os cientistas brasileiros, representados pela recém-criada Academia Brasileira de Ciências (1916) explicitavam visões de ciência bastante distintas das elites, buscavam consolidar centros de pesquisa básica e divulgação científica.

A Comunhão Paulista – “um agrupamento de jornalistas, intelectuais e políticos em torno de Júlio Mesquita Filho, então diretor do jornal O Estado de São Paulo” (MOTOYAMA, 2006, p. 23), almejava o desenvolvimento de um sistema universitário integrado, capaz de aperfeiçoar as instituições já existentes, em benefício do país. Em 1933, Armando de Salles de Oliveira, um dos personagens da Comunhão, é nomeado interventor de São Paulo e juntamente com outros personagens criam e promulgam em 1934 o decreto 6.283 fundando a Universidade de São Paulo (USP).

Juntavam-se a USP, a Faculdade de Direito do Largo São Francisco, a Faculdade de Medicina de São Paulo e outras, como a Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ/Piracicaba) e a recém-criada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL). Essa última, distribuía em três seções, 36 cadeiras em diversas áreas do conhecimento, com o intuito de formar um núcleo de pesquisadores brasileiros. Nos seus primórdios, a FFCL funcionou nas dependências da Faculdade de Medicina da USP, dividindo as cadeiras de Ciências Naturais em: 1. Mineralogia e Geologia; 2. Botânica Geral; 3. Filosofia Vegetal; 4. Zoologia Geral; 5. Filosofia Geral e Animal; 6. Biologia Geral.

Um pouco antes da criação da USP, o jovem médico gaúcho André Dreyfus (Figura 1) ocupava o cargo de professor da Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro. Dreyfus foi um dos primeiros médicos brasileiros a lecionar a genética mendeliana em suas aulas no curso preparatório da Faculdade de Medicina de São Paulo, onde se tornou professor a partir de 1932. Lá ficou até ser convidado para chefiar o Departamento de Biologia Geral da recém-criada Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (FFCL), em 1934. Nesse mesmo ano Dreyfus publicou o livro *Vida e universo e outros ensaios*.

**Pense 1:** Se você fosse o convidado a ocupar a chefia de um Departamento de Biologia Geral na recém-criada Universidade de São Paulo, como você organizaria suas atividades? Que problemas acha que enfrentaria? Por quê?

O começo de um novo projeto, nesse caso a criação de uma Instituição destinada ao ensino e a pesquisa, requer criatividade, sacrifícios e determinação. Dreyfus sabia que angariar um corpo técnico e investimentos é fundamental para essa empreitada. Mas como fazer isso? A criação do curso de História Natural da FFCL (1936), reunindo as disciplinas de Biologia, Geologia e Mineralogia é um dos pontos de partida. O primeiro grupo de trabalho em Biologia Geral é formado com os alunos do curso de História Natural, entre eles, Rosina de Barros, uma das quatro formadas na turma de 1937, que se tornou a

primeira assistente de Dreyfus. Outros nomes importantes na genética brasileira vieram em seguida, Crodowaldo Pavan (1941) e Antonio Brito da Cunha (1944). Naquele tempo, a FFLC era tão pobre que para realizar experimentos os funcionários e alunos precisavam trazer vidrarias de suas casas. Não havia órgãos financiadores de pesquisa como CNPq e FAPESP. Os Anais de Academia Brasileira de Ciências publicavam as poucas pesquisas produzidas no país. Faltavam investimentos, políticas de desenvolvimento e divulgação de pesquisa, que ainda demoraria alguns anos para ocorrer. A ciência caminhava a passos lentos.

Mesmo assim, nasciam timidamente os primeiros trabalhos científicos do departamento com temas relacionados à evolução, mendelismo, eugenia, teorias cromossômicas, herança sexual, mutações, entre outros. O pensamento científico de Dreyfus e seu grupo de pesquisa é totalmente influenciado por estudos de cientistas que, no início do século XX, buscavam associar a genética clássica e as teorias evolucionistas de Charles Darwin e Alfred Russel Wallace. Destacam-se nesse grupo de cientistas os matemáticos Ronald A. Fischer, John B. S. Haldane e Sewal Wright, os biólogos Theodosius Dobzhansky, Ernst Mayr e G. Ledyard Stebbins e o paleontólogo George Gaylord Simpson.

### **Theodosius Grygorovych Dobzhansky (1900 – 1975)**

No início do século XX, precisamente em 24 de janeiro de 1900, nascia na cidade de Nemerov, localizada na região central da atual Ucrânia, o geneticista Theodosius Grygorovych Dobzhansky (Figura 2), um cientista cujo trabalho teve fundamental importância para amarrar as bases genéticas e a evolução. O ano de seu nascimento é também o ano de renascimento das hipóteses formuladas por Gregor Mendel (1822-1884) que explicaram alguns dos mecanismos da hereditariedade.

Desde a infância, Dobzhansky se interessou pelo estudo dos seres vivos, sendo ele um exímio caçador de borboletas. Em 1917, no despertar da Revolução Russa e da Primeira Guerra Mundial, iniciou sua graduação em Biologia na Universidade de Kiev e de lá seguiu para a recém nomeada Leningrado (hoje San

Petesburgo), a trabalhar no Laboratório do entomologista Yuri Filipchenko. Com 30 anos de idade Dobzhansky já havia publicado mais de 30 artigos que versavam principalmente sobre genética e entomologia. Alguns deles já direcionavam um olhar para as moscas do gênero *Drosophila*, que o acompanhou boa parte de sua carreira.

Dobzhansky publicou seu primeiro artigo com 18 anos e não mais parou até sua morte em 1975. Todavia, não desenvolveu sua carreira apenas na Europa. Em 1927 conseguiu uma bolsa da Fundação Rockefeller para trabalhar com Thomas Morgan no *California Institute of Technology* (Estados Unidos), onde estudou sobre a fisiologia e esterilidade híbrida de populações naturais de *Drosophila*. Tornou-se professor auxiliar no CALTECH em 1929. Em 1937, publicou sua principal obra, *Genetics and the origin of species*, livro que foi rapidamente traduzido para várias línguas, e que luzia a Teoria Sintética da Evolução, apresentando mecanismos genéticos como base para explicar a evolução dos seres vivos.

No início dos anos 1940, a Fundação Rockefeller, uma das principais instituições privadas de fomento a pesquisa americana, que financiava a ciência em diversas partes do mundo se vê obrigada a mudar a direção de seus recursos. Um dos seus representantes, Harry M. Miller Junior, esteve no Brasil em visita o Laboratório científico de André Dreyfus. Ele contou quais eram as pretensões da Fundação (financiamento e intercâmbio de pesquisadores) e ofereceu a Dreyfus a possibilidade de atuar em um laboratório de pesquisa nos Estados Unidos durante um ano, tudo financiado pela Fundação Rockefeller.

Pense 2: Muitas e muitos jovens cientistas brasileiros considerariam essa proposta irrecusável, sendo esse período, capaz de proporcionar diferentes aprendizados, autoconhecimento e reconhecimento de seus pares. Imagine-se nessa conversa com Harry Miller: o que você responderia a ele? Por quê?

Dreyfus não aceita a proposta. Diz a Miller que não pode abandonar sua cadeira no Departamento de Biologia Geral, com seus estagiários pouco experientes: Pavan e Rosina de Barros. Nesse momento, sábio e soberano de seu trabalho, ele é ponderado e considera não

apenas o seu desenvolvimento pessoal, mas o desenvolvimento científico no Departamento. Não satisfeito com a recusa de Dreyfus, Harry Miller oferece a possibilidade de um trazer um pesquisador estrangeiro para o Brasil. Disse que poderia ser, em princípio, o geneticista Theodosius Dobzhansky, a quem Dreyfus dedicava grande admiração. Ele se entusiasma e recomenda fortemente essa possibilidade.

### **Primeira visita de Dobzhansky ao Brasil: conferências**

Nos primeiros quarenta anos do século XX, as pesquisas genéticas procuravam avaliar e compreender a diversidade cromossômica em populações naturais. Dobzhansky foi professor e pesquisador no *California Institute of Technology*, desenvolvendo pesquisas por lá desde 1928, ano em que recebeu sua primeira bolsa de estudos da Fundação Rockefeller, até 1940, quando foi contratado como professor de zoologia na Columbia University, em Nova York. Usando como modelo as moscas *Drosophila*, Dobzhansky realizou estudos sobre fisiologia e desenvolvimento, mapas cromossômicos, causas genéticas da esterilidade híbrida, determinação de sexo, mecanismos de isolamento geográfico, dedicando-se no último quinquênio ao estudo de populações naturais do oeste americano e da América Central. Queria compreender os mecanismos de diversificação dentro das populações naturais de moscas e, como consequência discutir o tema da evolução na perspectiva genética, algo que mais tarde viria ser conhecido como Teoria Sintética da Evolução. Em 1941 se tornou presidente da Genetics Society of America. Enfim, Dobzhansky era um pesquisador notável na área de genética e sua presença no Brasil era mais do que bem-vinda.

**Pense 3: No alto de seu gabarito como pesquisador nos Estados Unidos, o que poderia contar a favor/ contra a decisão de Theodosius Dobzhansky em relação ao convite de visitar o Brasil?**

Em 1943, Dobzhansky desembarca no Brasil para ministrar uma série de conferências sobre evolução no curso de História Natural da FFLC. Ele é um pesquisador

experiente e traz consigo uma bagagem de conhecimentos importantes aos pesquisadores brasileiros. Além disso, havia passado anos estudando as populações naturais de zonas temperadas e, com o intuito de compreender o papel do arranjo cromossômico na diversificação das espécies, era fundamental adicionar ao seu contexto pesquisas relacionadas a populações naturais de regiões tropicais, reconhecidamente mais biodiversas.

Em contrapartida às conferências, Dobzhansky pede para visitar a floresta amazônica e coletar espécies nativas brasileiras. No total são realizadas 18 conferências no auditório do Departamento de Química da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras. As aulas foram ministradas em português, com ajuda de Dreyfus e publicadas em seguida (Figura 4). Outros importantes personagens da Genética no Brasil foram convidados para os encontros, especialmente os professores Friedrich Gustav Brieger, precursor do estudo de genética na Esalq, e Carlos Arnaldo Krug, especialista em milho e café do Instituto Agrônomo de Campinas.

Os temas das palestras consistem basicamente na exposição das ideias contidas no livro *Genetics and the origin of species*, cuja segunda edição havia sido publicada em 1941: princípios da hereditariedade, da variabilidade, indução de mutações, mutantes homeóticos, controle de pragas e resistência a inseticidas, genes dominantes e recessivos, heterose, cruzamentos consanguíneos e plasticidade genotípica. Após essas aulas, os participantes tiveram um apanhado geral do desenvolvimento da genética de até então e puderam vislumbrar perguntas e objetos de pesquisa relevantes, principalmente aqueles que trabalhavam diretamente com Dreyfus e conviveram diariamente com Dobzhansky durante os quatro meses de sua primeira visita.

O primeiro período de imersão de Dobzhansky no Brasil é fundamental para o desenvolvimento de pesquisas em genética de populações no Brasil. As reflexões sobre os temas desenvolvidos nas conferências continham importantes questões de pesquisa relevantes naquele cenário, elencando fatores e técnicas que poderiam alavancar a pesquisa científica com genética no país.

Havia inúmeras possibilidades a serem seguidas diante de tamanho desconhecimento acerca da

biodiversidade brasileira. O próprio discurso realizado por Dobzhansky nas conferências contém pistas de questões de pesquisa latentes em genética (Figura 4).

**Pense 4:** Leia trechos das conferências de T. Dobzhansky (Figura 4) e elabore pelo menos uma pergunta de pesquisa sobre os temas discursados.

Outro fator relevante nesse cenário é a divulgação das pesquisas científicas com publicação de artigos em periódicos nacionais e internacionais (Figura 5), colocando pesquisadores brasileiros na crista da onda. Os três primeiros estudos realizados com colaboradores no Brasil, publicados no Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras (DOBZHANSKY; PAVAN, 1943) e no periódico *Procedures of National Academy of Sciences* (DOBZHANSKY; DREYFUS, 1943; DOBZHANSKY; Pavan, 1943).

O primeiro (à esquerda) contém descrições de 31 espécies de *Drosophila* encontradas em São Paulo e outros lugares do Brasil. A publicação é essencial, pois reconhece e dá nome à diversidade de moscas-de-fruta brasileiras, que servirão de modelo em estudos posteriores. Os outros dois (à direita) dão início a uma série de publicações internacionais em parceria com Dobzhansky nos anos vindouros de temas relacionados a alterações cromossômicas (inversões e translocações), isolamento sexual, mutações letais e grupos-irmãos de espécies brasileiras.

Ao final de quatro meses, Dobzhansky foi embora do Brasil, levando consigo amostras de moscas brasileiras para Nova York, continuando os estudos sobre essas variantes na Columbia University. Os que ficaram no Brasil, principalmente Pavan e Brito da Cunha, tocaram o projeto sobre genética de populações de *Drosophila*, que visava a responder a perguntas sobre variações genotípicas em regiões tropicais e temperadas. Com auxílio da Fundação Rockefeller, Pavan visitou os Estados Unidos por um ano e meio (1945-1946) e trabalhou com citogenética de *Drosophila nebulosa*.

## Segunda Visita de Dobzhansky ao Brasil: Megaprojeto I

A vida continua. E os trabalhos também. A Fundação Rockefeller aumenta sua colaboração no Departamento de Biologia Geral, trazendo investimentos e novos pesquisadores para implementar o plano de trabalho proposto por Dobzhansky e Dreyfus. Em 1948, Dobzhansky volta ao Brasil para um novo período de imersão, desta vez, para ficar um ano. Ele está empolgado com os resultados obtidos desde a última viagem e ansioso para desenvolver mais pesquisas com as *Drosophila* tropicais. Ao chegar aqui, divide os pesquisadores em duas frentes de trabalho: uma delas para pesquisar a variabilidade genética existente entre *D. willistoni* e *D. prosaltans*, enquanto o outro grupo trabalha com a variação cromossômica entre espécies-irmãs de *Drosophila* tropicais.

Denominado Willistoni, o grupo existente na América tropical contém ao menos quatro espécies-irmãs de *Drosophila* que ocorrem, em boa parte de sua distribuição, simpatricamente. Essas quatro espécies são muito semelhantes em suas características morfológicas externas, o que dificulta significativamente sua distinção. Pequenas diferenças estão presentes em vários traços, mas a variabilidade é grande o suficiente para tornar a identificação de espécies em indivíduos isolados questionável. Observe na Figura 6 essas duas dessas espécies de *Drosophila*.

**Pense 5:** Quais os principais problemas associados à identificação dessas espécies no dia a dia do grupo de trabalho? De que maneira é possível garantir que se trata realmente de espécies distintas?

Trabalhos com seres vivos muito pequenos como moscas-de-frutas exigem muita concentração e dedicação. É preciso ter atenção na coleta de dados e na delimitação dos objetivos da pesquisa, além de definir claramente os motivos que levaram à diferenciação entre os espécimes estudados, antes de levantar qualquer hipótese evolutiva acerca desse grupo. Caso contrário, não haverá confiabilidade no seu trabalho.

Assim, um importante passo pode ser realizar muitas coletas, em diferentes regiões do país, que demonstrem a ocorrência simultânea das espécies, além de trazer um número amostral razoável, que elimine dúvidas em relação as diferenças entre os organismos. Ainda, é preciso desenvolver experimentos no laboratório, onde os organismos e fatores ambientais são supostamente controlados, permitindo distinguir as espécies por meio de observação ao microscópio óptico ou então através de experimentos de intercruzamento entre as espécies.

Nesse caso, é possível avaliar a separação entre elas a partir da observação do comportamento, isolamento sexual, detecção de híbridos estéreis, ou letalidade. Foi exatamente o que Dobzhansky e colaboradores fizeram. O mapa (Figura 7), extraído de um artigo publicado em 1949 demonstra como se distribuíam as coletas do grupo *Willistoni* na América Latina (DOBZHANSKY et al., 1949). Repare que alguns locais compartilham as quatro espécies, enquanto outros apenas uma delas. As regiões vazias não foram amostradas, o que põe em dúvida a ocorrência dessas espécies em tais locais.

As quatro espécies também podem ser reconhecidas pelos padrões dispostos nas porções distais do cromossomo III e do cromossomo X, obtidos de glândulas salivares das larvas das moscas (Figura 8). Os cromossomos politênicos, como são conhecidos, são característicos de insetos dípteros e facilmente observados em microscopia. Por conta disso, são amplamente utilizados na detecção de padrões de bandas transversais, que podem auxiliar na diferenciação entre espécies muito similares morfológicamente.

Outros importantes dados advindos da observação desse grupo são as numerosas inversões cromossômicas encontrados em alguns dos cromossomos observados de populações naturais, especialmente em *D. willistoni* e *D. paulistorum*. As inversões podem ser definidas como um tipo de alteração nos cromossomos na qual a ordem dos cromossomos é revertida. No exemplo a seguir (Figura 9), extraído do artigo, é possível verificar representações gráficas de como essas inversões são observadas pelos pesquisadores responsáveis. Compare com as imagens dos cromossomos anterior e veja como os autores identificaram essas inversões.

**Pense 6:** O que poderiam significar essas numerosas inversões cromossômicas para uma determinada espécie de *Drosophila*? Que experimentos poderiam ser delineados para compreender quais os principais efeitos relacionados a essas características?

De fato, a presença de numerosas inversões nessas espécies, principalmente quando comparadas a outras com menor quantidade, chamou a atenção dos pesquisadores. Muitos estudos foram delineados em seguida para tentar compreender os efeitos dessas características – alguns deles tentando correlacionar esses achados ao tipo de ambiente em que foram encontrados, mudança de temperatura, forma de alimentação, exposição a agentes externos, como raios X e raios ultravioletas, entre outros. Entre 1949 e 1951, trabalhando no laboratório da Columbia University, Brito da Cunha desenvolve experimentos em que variava a alimentação de espécies de *Drosophila*. As suas observações lhe permitem concluir que há uma correlação entre a frequência de inversões e o alimento administrado.

Podemos dizer que esses experimentos foram fundamentais para a consolidação de uma linha de pesquisa denominada ecologia-evolutiva. Buscavam, de certa maneira, desvendar os processos evolutivos de populações naturais de *Drosophila* a partir de sua relação com os aspectos ecológicos do ambiente em que vivem. Nesse caso, a variabilidade genotípica pôde ser correlacionada a capacidade de explorar diferentes ambientes, especialmente quando se tratavam de espécies-irmãs, simpátricas e competidoras.

Em 1951, um novo pesquisador chega ao Brasil e traz consigo novas técnicas de citogenética para análise dos cromossomos politênicos de *Drosophila*, era Hampton Carson. Ao lado de Pavan e Brito da Cunha, Carson participou de grandes viagens de coletas. Havia ainda na rotina do departamento pequenas viagens para centros estabelecidos de coletas que forneciam amostras das populações naturais de *Drosophila* semanalmente.

Os resultados das análises das moscas coletadas nessas viagens apontam para ambientes naturais com grande diversidade e mais inversões cromossômicas, comparados a outras populações marginais, geográfica

ou ecologicamente. Ainda em 1951, Pavan descreve uma nova mosca para as pesquisas genéticas, era a *Rhynchosciara angelae*.

As larvas desta mosca apresentam cromossomos politênicos maiores e de mais fácil acesso do que a *Drosophila*. As pesquisas demonstram que num mesmo tecido existe uma sequência no funcionamento dos genes, variável em relação a idade e diferenciação celular (BURLA et al., 1949). Esta descoberta iria mudar, aos poucos, a temática de pesquisa do grupo liderado por Pavan, sendo um dos desdobramentos da Escola de Genética Dreyfus-Dobzhansky.

### **Terceira visita de Dobzhansky ao Brasil: morte de Dreyfus**

Em 1952, Dobzhansky retorna ao Brasil para mais coletas. Em três meses organizou três viagens de coletas e coletou moscas nas regiões Norte e Nordeste do Brasil.

O objetivo dessas viagens de coleta foi reunir mais dados sobre a variação cromossômica de espécies de *Drosophila*, suas relações com o meio e as preferências alimentares de cada espécie. Esse tema seria bastante estudado a partir daí e contaria com o financiamento das três instituições, a Fundação Rockefeller, os Fundos de Pesquisas da USP e o Conselho Nacional de Pesquisas, que aparecem unidas no financiamento à pesquisa nesta fase.

Em 1952, morre André Dreyfus, deixando sua cadeira vaga, posteriormente ocupada por Crodowaldo Pavan. Dobzhansky sente a morte de Dreyfus e percebe o grupo de pesquisadores dividindo as pesquisas entre a tradicional *Drosophila* e a mosca *Rhynchosciara*. No final desse ano Dobzhansky retorna aos Estados Unidos.

"Como provar que uma população natural está evoluindo geneticamente?" Essa dúvida assolava a cabeça de Dobzhansky há anos e ele já acumulava diversas pistas para respondê-la, mas ainda não de forma contundente. Se ele conseguisse realizar um experimento no qual pudesse manipular e acompanhar os genes de populações naturais isoladas...

**Pense 7:** Imagine como seria possível realizar um experimento que preenchesse todos esses requisitos.

### **Quarta visita de Dobzhansky ao Brasil: Megaprojeto II**

Em 1955, Dobzhansky retorna ao Brasil e, enquanto sobrevoa o Rio de Janeiro a caminho de São Paulo, observa o arquipélago de Angra dos Reis. Ele pensa: se essas ilhas estiverem isoladas umas das outras a tal ponto que não haja migração de espécies entre elas e, conseqüentemente, não haja fluxo gênico entre as populações, elas serviriam perfeitamente para os seus propósitos.

Dobzhansky idealiza então um outro megaprojeto e convida uma série de pesquisadores brasileiros e estrangeiros para participarem. O projeto consiste em escolher um número de marcadores genéticos, como alelos letais e inversões cromossômicas, alguns deles, originários da própria população das ilhas e outros oriundos de populações naturais de outras regiões, introduzindo cada marcador em quantidades consideráveis em uma determinada ilha, observando a dinâmica dessas populações. A própria concepção do projeto, principalmente em relação aos tipos de marcadores que seriam usados gerou um certo desconforto entre os pesquisadores. Brito da Cunha apostava em introdução de inversões cromossômicas, enquanto Dobzhansky acreditava ser melhor a introdução de genes mutados visíveis.

O projeto não é aceito prontamente por todos os envolvidos e, em particular, as críticas do jovem pesquisador Ove Frydenberg incomodam muito a Dobzhansky. O projeto é grande demais para poder dar certo, argumenta Frydenberg. Ele constata que não estavam previstos testes de hipóteses e as que análises seriam estatisticamente inconsistentes, não havendo qualquer justificativa para executar o projeto. Seu posicionamento acaba desmotivando diversos pesquisadores que haviam sido convidados para esse megaprojeto.

**Pense 8:** Sabendo que você precisa do apoio de seus colegas pesquisadores e que você acredita que está muito perto de encontrar as respostas que há tanto tempo busca, como você tentaria convencer os demais pesquisadores a participarem do seu projeto?

Dobzhansky, que já havia percebido uma fragmentação nos interesses pesquisadores e uma dispersão dos focos de trabalho sabia uma quebra no grupo poderia inviabilizar seu megaprojeto no Brasil. Assim, contando com o apoio de seus aliados, Dobzhansky "convence", um a um, aqueles pesquisadores reticentes com o projeto, e rejeita os críticos. Um dos pesquisadores convidados é Luiz Edmundo Magalhães, que estava desenvolvendo seu doutorado na Esalq. Em um artigo de 2014, ele relata um encontro casual que teve com Pavan, em que este lhe diz:

*Olha, Dobzhansky quer que você pare de trabalhar em Pirassununga e vá preparar o seu doutorado em Angra dos Reis. Verificar se existe migração de moscas entre as Ilhas e determinar o tamanho das populações locais. Ele disse que, se você não concordar com isso, vai abandonar o programa e voltar para os Estados Unidos, e escrever a todos os seus amigos dizendo que não é possível fazer trabalho científico no Brasil. Se isso acontecer, seremos incapazes de obter qualquer apoio financeiro. (MAGALHÃES; VILELA, 2014, p. 142)*

Magalhães aceita abandonar sua pesquisa em Pirassununga e vai trabalhar com as populações de *Drosophila* em Angra dos Reis. De tempos em tempos, amostras de moscas são recolhidas e analisadas. Concomitantemente, moscas marcadas geneticamente foram liberadas na natureza, a fim de estimar o tamanho das populações e verificar se havia ocorrência ou não de migração entre as ilhas.

Espera-se que, dado a estabilidade das populações naturais, os marcadores genéticos demorem algum tempo para permear toda a população a ponto de aparecer nas coletas em altas frequências. Mas os resultados observados apontam para a direção oposta. E inesperadamente alguns marcadores aparecem em grandes quantidades num tempo relativamente curto. E mais: algumas marcações que supostamente não haviam sido introduzidas em algumas ilhas também aparecem em uma frequência alta.

**Pense 9: Diante desses resultados, completamente inesperados, qual é a explicação que você daria para**

essa alta frequência de marcadores que não foram introduzidos na ilha analisada?

Diante de várias explicações possíveis, Dobzhansky parece deixar-se levar pelas intrigas que permeavam o grupo e aponta para uma possível sabotagem no projeto. Luiz Edmundo Magalhães e Ove Frydenberg são os principais alvos Dobzhansky, os quais ele acusa de soltar linhagens de moscas do laboratório com o intuito de alterar as frequências observadas e, assim, inviabilizar os resultados, indicando, por exemplo, que poderia estar ocorrendo migração entre as ilhas.

Em 1956 (Figura 10), Dobzhansky volta para Columbia e, em 1964, escreve em um artigo o que viria a ser o título de um ensaio bastante famoso e um dos lemas do neodarwinismo: "Nada na biologia faz sentido exceto à luz da evolução".

Hoje, após analisar os registros pessoais de Dobzhansky, sabemos que ele já havia percebido a ocorrência das mutações na população natural de *Drosophila*, mas assumiu que elas não apareceriam em quantidade suficiente para atrapalhar o seu megaprojeto.

Segundo artigo do próprio Luiz Edmundo Magalhães acompanhado por Carlos Vilela, a reputação de Dobzhansky não melhorou nada, inclusive Magalhães disse encontrar, após terminar seu doutorado, em congressos pelo mundo, diversos cientistas que não simpatizavam nada com Dobzhansky (MAGALHÃES; VILELA, 2014).

Mesmo com a saída de Dobzhansky do Brasil sente-se o reflexo das suas visitas até hoje. Com os investimentos da Fundação Rockefeller, as bolsas de estudos que eram fornecidas e o desenvolvimento da genética humana (em contraste com a tradicional genética de populações), muitos outros alunos são atraídos e ela se torna, então uma das áreas de pesquisa mais promissoras do Instituto de Ciências Biológicas da então Universidade de São Paulo, servindo, inclusive, de sede para o prédio do Projeto Genoma Humano.

Dobzhansky, apesar do seu crítico estado de saúde – desenvolveu leucemia quando ainda era professor na Universidade Rockefeller (originada a partir da Fundação Rockefeller) – não parou de trabalhar um só momento antes de sua morte e contribuiu muito para as

principais mudanças que a genética implicou no paradigma evolucionista. Colaborou, com sua vida e obra, para o que hoje reconhecemos como a síntese moderna da teoria evolutiva.

#### **Notas ao professor**

Pretende-se abordar os seguintes aspectos da Natureza da Ciência:

- Observacionais: rol de evidências, concordância entre diferentes tipos de dados, modelos e organismos modelos.
- Conceituais: erros e incertezas, motivações para realização de ciência.
- Socioculturais: O papel das instituições e as fontes de financiamento, colaboração e competição entre pesquisadores, credibilidade, conflito de interesses pessoais e profissionais.

#### **Pense 1:** Ciência requer organização e experiência administrativa

Considerando que a faculdade acabara de ser criada, o que deveria ser feito para implantar uma linha de pesquisa? Que estruturas organizacionais deveriam ser criadas? Equipamentos e instrumentos necessários? Quais programas educacionais deveriam ser estabelecidos para treinar os estudantes? Todas essas questões e suas reflexões trazem elementos muito valiosos para a discussão de aspectos da natureza da ciência.

#### **Pense 2 e 3:** Motivações para viagens e ideias científicas são afetadas pelos contextos pessoais, sociais e históricos.

A tomada de decisão em relação a viagens de intercâmbio científico pode ser decisiva na carreira de um jovem pesquisador. É um momento difícil, que requer o levantamento de prós e contras. Você pode sugerir esse levantamento de forma individual pelos estudantes, seguido de um debate em que se apresentem argumentos sobre os limites e possibilidades que cerceavam essa decisão naquela época; e atualmente, para contrabalançar.

Além disso, pondere sobre as decisões tomadas pelos dois principais pesquisadores nesta história, que

já contavam com certa maturidade científica. Ambos haviam sido contratados a menos de cinco anos em suas cadeiras quando foram consultados sobre a viagem, entretanto um deles aceitou e o outro declinou. Ressalte os prós e contras de cada decisão a partir dos contextos pessoais, sociais e históricos.

**Pense 4:** Bons modelos podem esclarecer ajudar a esclarecer processos genéricos.

As moscas-das-frutas são bons modelos de pesquisa, pois requerem procedimentos de manutenção com poucos recursos e replicáveis em um curto período. Ademais, seus 4 grandes pares de cromossomos possibilitaram identificar problemas e responder questões genéticas e evolutivas. Contextualize esse e outros modelos, como *Arabidopsis*, *Caenorhabditis elegans* e *Escherichia coli*.

**Pense 5:** Ciência confia em dados empíricos para explicar fenômenos, requerendo muita observação e replicação dos dados para aferir confiabilidade nos resultados.

Uma pesquisa científica precisa abranger o máximo de fatores que podem influenciar os resultados e reconhecer os limites de sua abordagem ao tentar responder uma determinada questão. Todo conhecimento que for divulgado ou qualquer exposição de experimentos, conclusões parciais ou somente dos resultados devem ser realizados de maneira clara e objetiva para que os cientistas que estão ouvindo (ou lendo) sobre o trabalho de outro cientista não tenham dúvidas de como foram realizados os procedimentos e se sintam capazes e confortáveis em replicar o experimento.

**Pense 6 e 7:** Ciência requer observação leitura de referenciais teóricos e criatividade.

Um cientista precisa, muitas vezes, utilizar a sua criatividade para criar situações nas quais sua questão seja respondida com o mínimo de interferência de outros fatores. Para isso é preciso que o cientista consiga perceber quais são os fatores que podem estar influenciando os resultados e quais são os fatores que ele não quer que interfira tanto para poder analisar aquele outro fator que responde, ou ajuda a responder, a sua questão. A isso

damos o nome de "controle das variáveis" e muitas vezes exige criatividade para que situações possam ser criadas a ponto de controlar a maioria das variáveis possível.

**Pense 8 e 9:** Mudanças de perspectiva e planos – revisão de pares.

Sabendo que a ciência é uma construção coletiva que conta com a colaboração de diversas outras pessoas, é essencial que os pesquisadores estejam dispostos a ouvir as colaborações dos demais pesquisadores e, sobretudo, que estejam dispostos a receber críticas ou comentários que apontam para outra interpretação que não a dele. Essas críticas devem servir para enriquecer e fortalecer o trabalho. Mas infelizmente a ciência, por ser parte do humano, também está sujeita aos caprichos dos seus membros e do ego de quem quer o reconhecimento pelo que está sendo dito.

A revisão de pares deve servir não somente para elogiar os trabalhos que estão sendo feitos, mas também para apontar limites que passam despercebidos pelos pesquisadores ou para apontar interpretações que não são tão claras e que podem apontar parcialidade na leitura dos dados. Sabendo disso podemos concluir que a ciência – e o cientista – deve estar preparada para mudar os rumos de uma pesquisa ou de uma conclusão. Às vezes, é difícil aceitar que o seu trabalho de tantos anos não vai resultar naquilo que você esperava, ou acreditar que todas as suas conclusões foram tiradas sobre um erro na coleta ou no tratamento de dados, mas é assim que a ciência funciona.

## Referências bibliográficas

- Criação da Universidade de São Paulo**, L. Pub. n. 6.283, DOSP (25 de janeiro 1934). Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br/norma/?id=130436>. Acesso em: 10 jun 2018.
- BURLA H, da CUNHA, AB, CORDEIRO, AR, DOBZHANSKY TG, Malogolowkin C, Pavan C. The willistoni group of sibling species of *Drosophila*. **Evolution**, 1949, 3:300-314.
- DOBZHANSKY TG. **Evolução: conferências pronunciadas**. Columbia University. São Paulo: S.N., 1943.
- DOBZHANSKY TG, PAVAN C. Studies on brazilian species of *Drosophila*. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Biologia Geral. Separata**, 1943, 36(4):7-72.
- DOBZHANSKY TG, DREYFUS A. Chromosomal aberrations in Brazilian *Drosophila ananassae*. **Proc Natl Acad Sci USA**, 1943, 29:301-305.
- DOBZHANSKY TG, PAVAN C. Chromosome complements of some south-brazilian species of *drosophila*. **Proc Natl Acad Sci USA**, 1943, 29(110):368-375.
- MAGALHÃES LE, VILELA CR. The golden age of *Drosophila* research at the Universidade de São Paulo (USP): a testimonial on the decades 1940-1950. **Genet Mol Biol**, Ribeirão Preto, 2014, 37(1):135-145.
- MOTOYAMA S. O saber na sociedade. In: MOTOYAMA, S. **USP 70 anos: imagens de uma história vivida**. São Paulo: Edusp, 2006, p. 17-68.





Figura 1.  
André Dreyfus (IB-USP). Fonte:  
Wikimedia Commons. Disponível em:  
[https://commons.wikimedia.org/wiki/  
File:André\\_Dreyfus\\_001.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:André_Dreyfus_001.jpg).

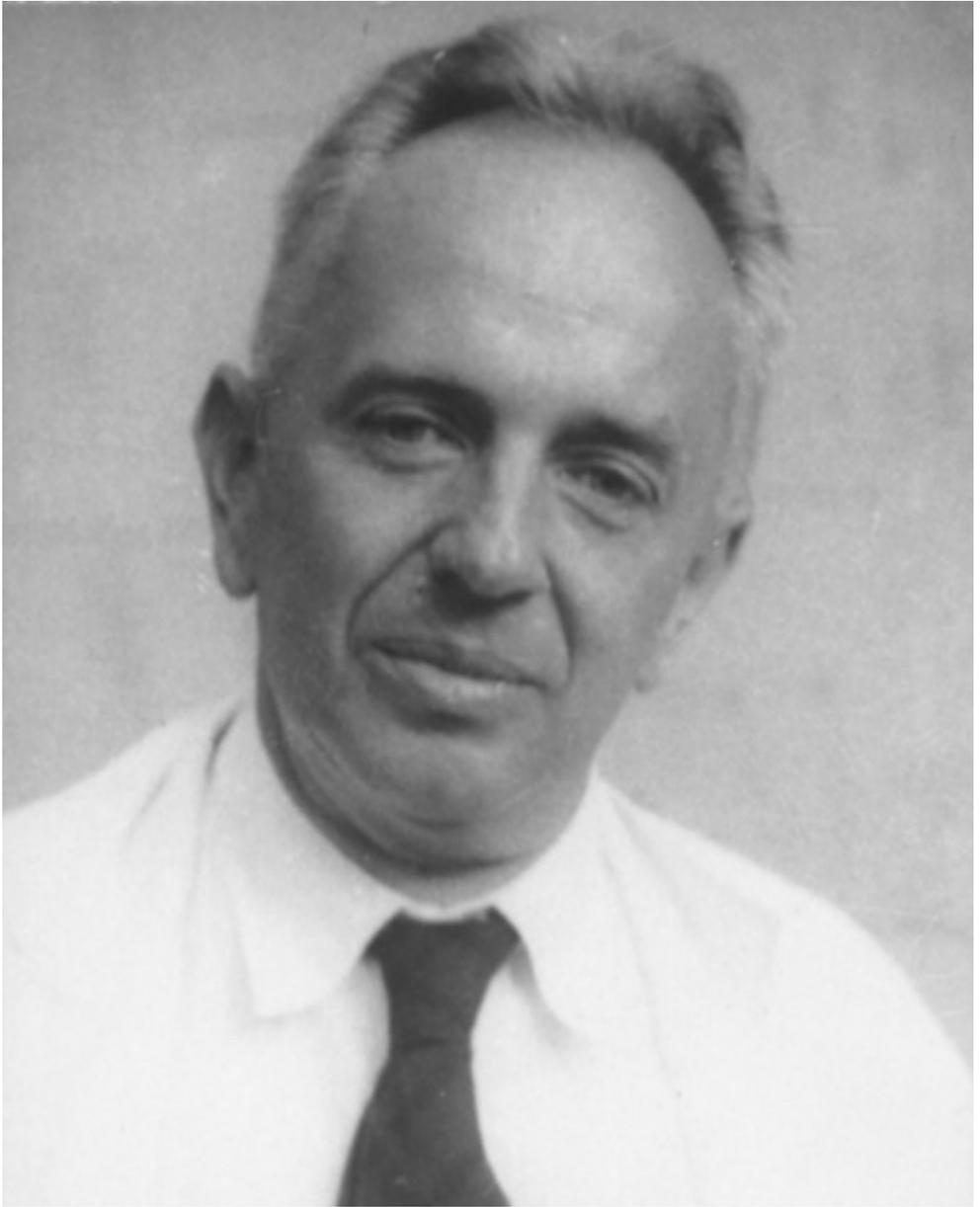


Figura 2.  
T. Dobzhansky. Fonte: Wikimedia  
Commons. Disponível em: [https://  
commons.wikimedia.org/wiki/  
File:Dobzhansky\\_no\\_Brasil\\_em\\_1943.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Dobzhansky_no_Brasil_em_1943.jpg).

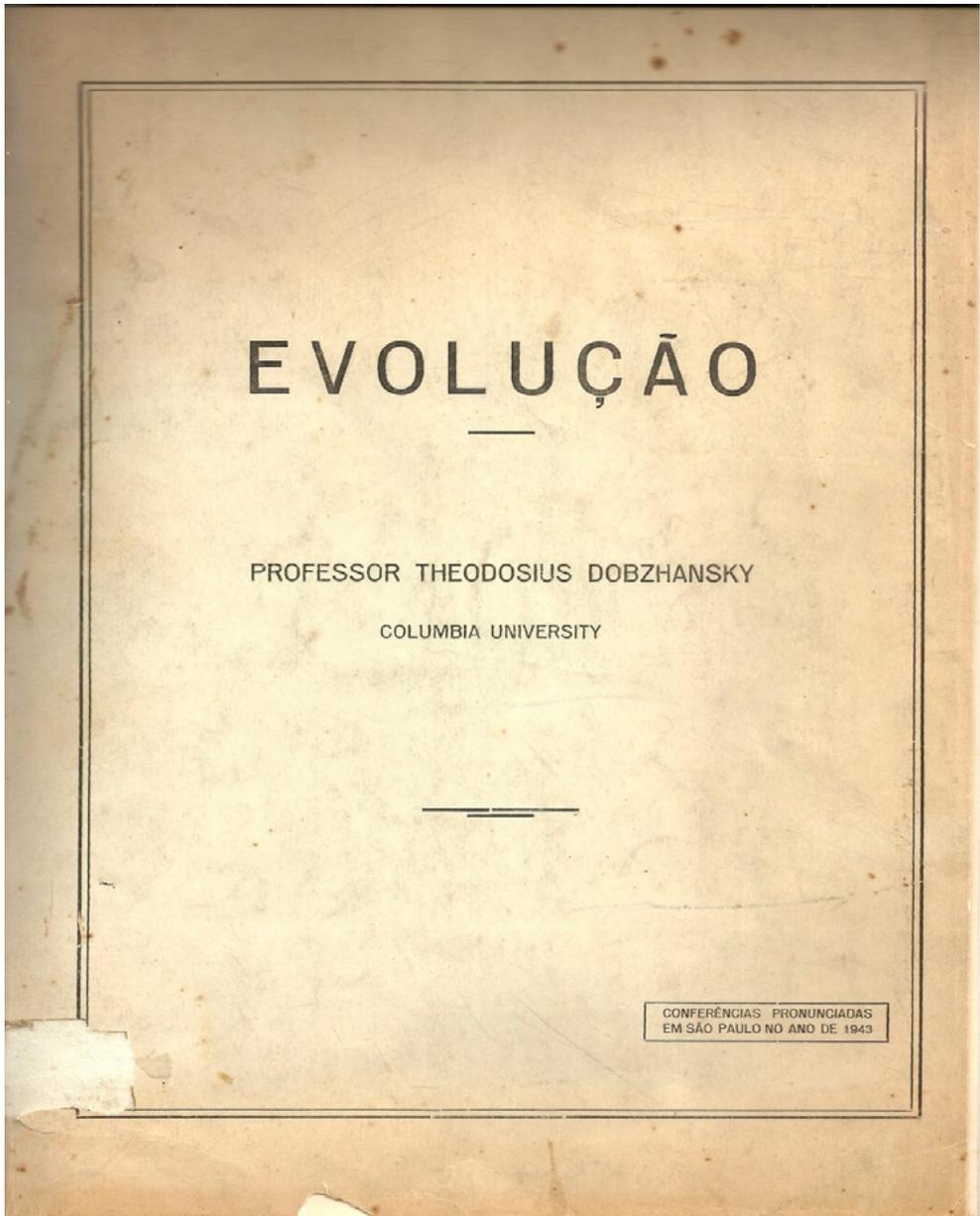


Figura 3.  
Contracapa do livro que publicou as  
conferências de Dobzhansky (1943).

Devemos, todavia, compreender, que quasi todos os trabalhos até hoje feitos sobre produção de mutações têm uma limitação muito importante: os raios X, os raios ultra-violetas, a temperatura, apenas aumentam a frequência de mutações idênticas às que ocorreram espontaneamente. Até hoje, não nos foi possível induzir uma só mutação específica em uma célula específica, o que mostra não termos ainda conseguido controlar o processo da mutação. A única exceção ao que acabamos de dizer, concerne o notável trabalho iniciado por Griffith e desenvolvido por Avery e Heidelberger sobre os pneumococos (os mi-

Figura 4.a  
Trechos das conferências de T. Dobzhansky (1936). (DOBZHANSKY, 1943, p. 14).

resulta que praticamente todas elas assim procedem. Logo, enquanto não há muito tempo algumas pessoas duvidam da inteiridade da ocorrência de mutantes na natureza, chegamos à incrível conclusão de que quasi todas as moscas silvestres carregam mutantes. No entanto para detectar essas mutantes não basta apenas olhar para as moscas; métodos genéticos de análise são necessários.

Há provavelmente uma pergunta que vós estais fazendo: todas essas conclusões extraordinárias serão verdadeiras na *Drosophila*? Haverá, porém, evidências de que qualquer coisa semelhante seja observável em outros organismos? Por exemplo: será isso verdade para o homem? Seja-nos concedido analisar este problema, antes de mais, do ponto de vista teórico. Admitamos que numa população natural um mutante tenha ocorrido numa espécie qualquer, se reproduzindo sexualmente por fecundação cruzada, pouco nos importando que se trate de *Drosophila*, mi-

Figura 4.b  
Trechos das conferências de T. Dobzhansky (1936). (DOBZHANSKY, 1943, p. 36)

tas partes do Brasil e outras zonas tropicais. Em cada caso, as mudanças climáticas requerem uma plasticidade da constituição genética do organismo e colocam o organismo num círculo vicioso, pois este não pode atingir uma adaptação ótima ao meio, pela razão simples que o próprio meio muda com demasiada rapidez e de um modo cíclico. É óbvio para vós que organismos vivendo em regiões tropicais nas quais as alterações do clima de acordo com as estações são reduzidas ao mínimo, como no vale do Amazonas ou ao longo da maioria das Costas brasileiras, estão em condições inteiramente diferentes: livraram-se desta necessidade de uma corrida fim e evidentemente fútil com o meio. Voltaremos, nas próximas conferências, várias vezes à discussão deste tópico. Desejo agora salientar apenas que há aqui um campo para pesquisas genéticas para as quais os geneticistas brasileiros estão colocados numa posição mais vantajosa do que quaisquer outros no mundo.

Figura 4.c  
Trechos das conferências de T. Dobzhansky (1936). (DOBZHANSKY, 1943, p. 20)

FACULDADE DE FILOSOFIA, CIÊNCIAS E LETRAS  
DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Th. Dobzhansky and C. Pavan (1943)

**STUDIES ON BRAZILIAN SPECIES OF DROSOPHILA**

Separata do Bol. Facul. Fil. Ciên. e Letr.  
Univ. S. Paulo. N.º 36 - Biologia Geral N.º 4

DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA GERAL

Caixa Postal, 105 B - São Paulo - Brasil

1943

*CHROMOSOMAL ABERRATIONS IN BRAZILIAN DROSOPHILA  
ANANASSAE*

BY TH. DOBZHANSKY\* AND ANDRÉ DREYFUS

COLUMBIA UNIVERSITY, NEW YORK, AND UNIVERSITY OF SÃO PAULO, BRAZIL

Communicated September 27, 1943

368

*GENETICS: DOBZHANSKY AND PAVAN*

PROC. N. A. S.

*CHROMOSOME COMPLEMENTS OF SOME SOUTH-BRAZILIAN  
SPECIES OF DROSOPHILA*

BY TH. DOBZHANSKY\* AND C. PAVAN

COLUMBIA UNIVERSITY, NEW YORK, AND UNIVERSITY OF SÃO PAULO, BRAZIL

Communicated August 28, 1943

Figura 5.  
Publicações de Dobzhansky em  
colaboração com pesquisadores  
brasileiros oriundas de sua primeira  
passagem no Brasil.



Figura 6.  
*D. willistoni* Sturtevant & *D. paulistorum* Dobzhansky & Pavan. Fontes: [https://kyotofly.kit.jp/cgi-bin/ehime/photo\\_data.cgi?SPID=700](https://kyotofly.kit.jp/cgi-bin/ehime/photo_data.cgi?SPID=700) e <https://evrimagaci.org/bilim-turler-arasi-evrimi-kabul-etmiyor-mu-321>

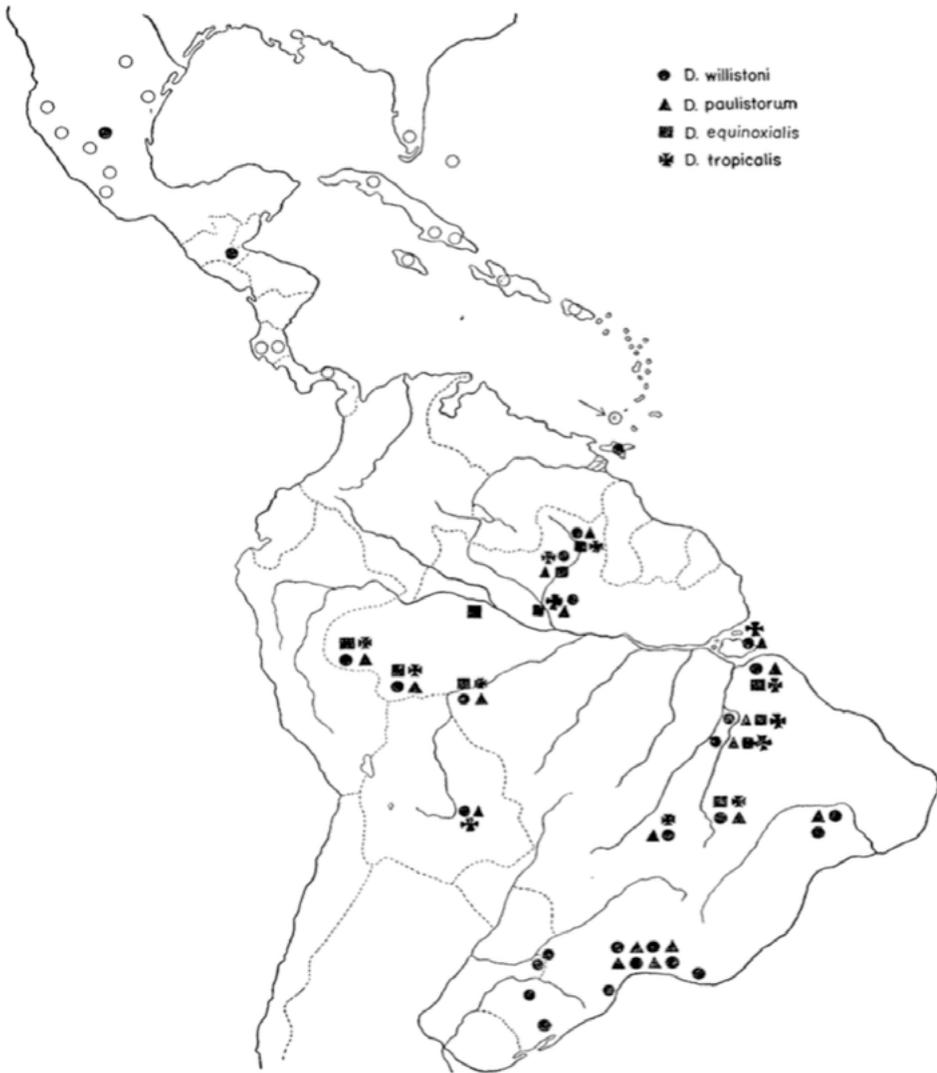


FIG. 1. Geographic distribution of *Drosophila willistoni* and its relatives. Localities in which the presence of *D. willistoni* has been ascertained by genetic or cytological tests are indicated by black circles, and the literature records of this species by open circles. The arrow points to the Isle of St. Vincent, the type locality of *D. willistoni*.

Figura 7.  
Distribuição geográfica do grupo  
Willistoni.

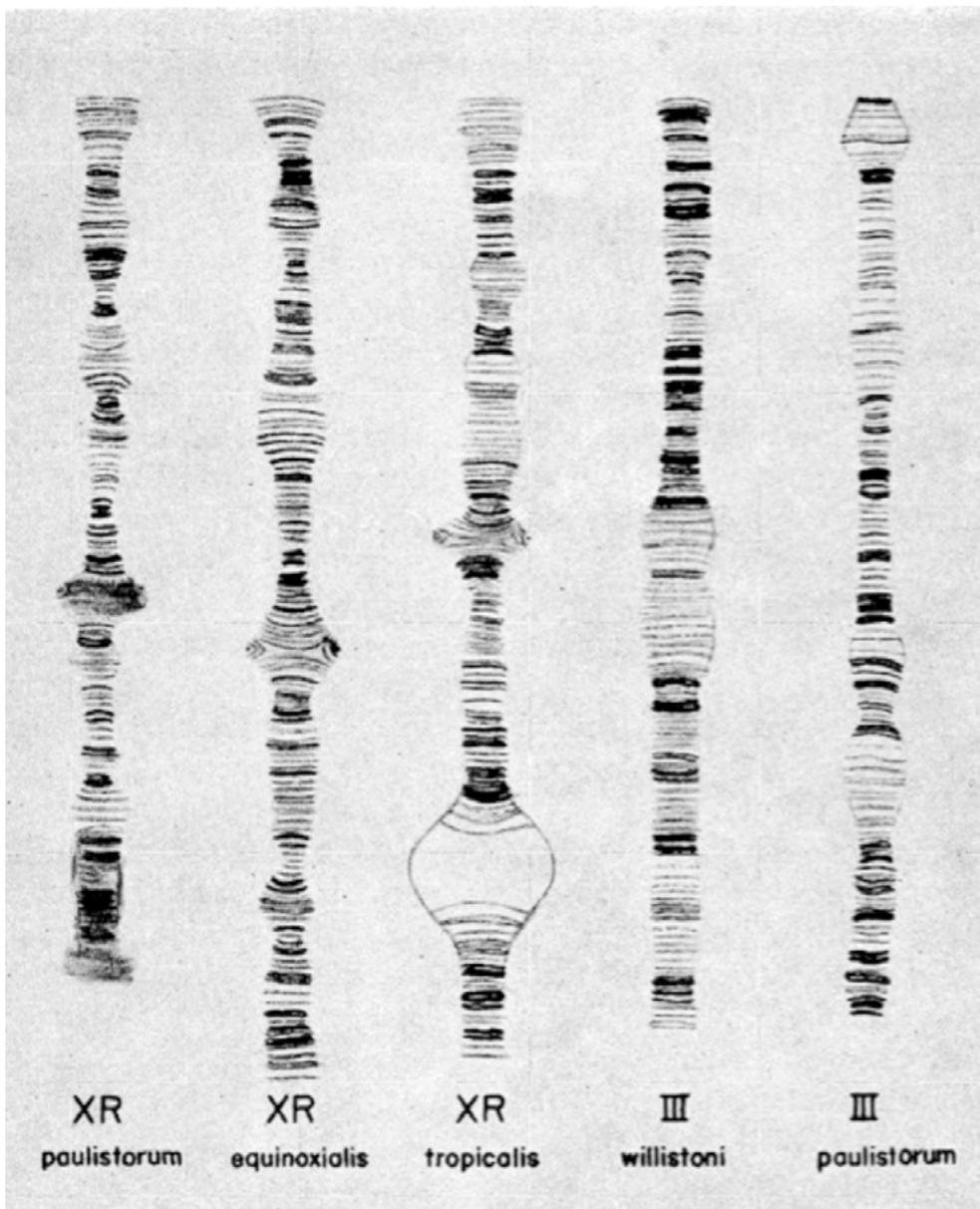


Figura 8.  
Cromossomos de glândulas salivares  
de *Drosophila*.

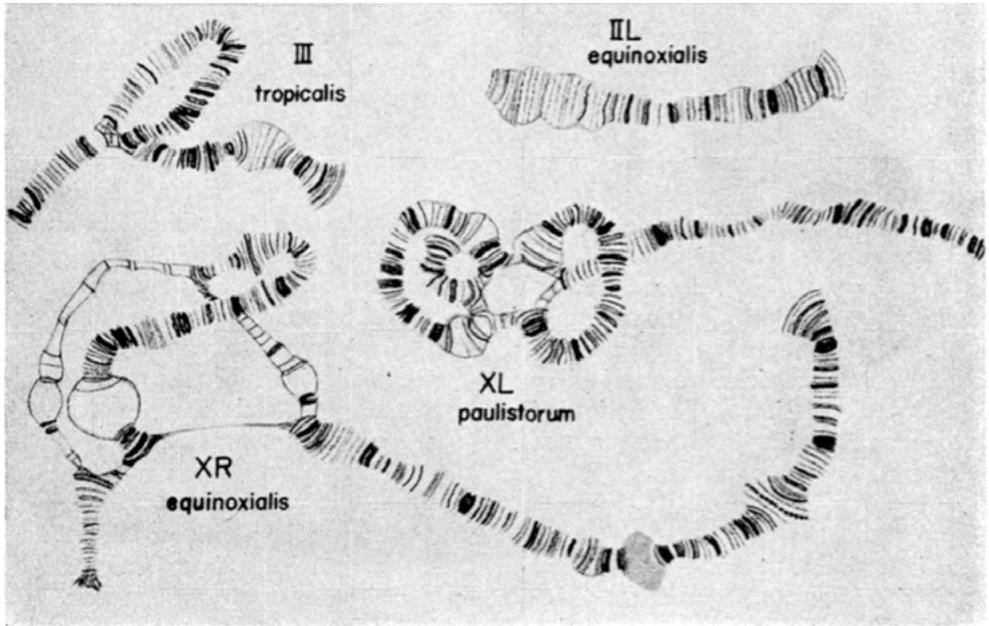


Figura 9.  
Inversões cromossômicas observadas  
em *Drosophila*.



Figura 10.

Festa de despedida do for Prof. Theodosius Dobzhansky em julho 1956. 1. Inger Frydenberg, 2. Henrique Serafim de Oliveira, 3. Cora de Moura Pedreira, 4. Myrthes da Silveira Nilo Bispo, 5. Maria de Lourdes Vaz de Oliveira Pavan, 6. Crodowaldo Pavan, 7. Nícia Dulce Wendel Magalhães, 8. Jeanete Saraiva de Toledo, 9. Natalia Gabrusewycs, 10. Hebe Mirina Laghi de Souza, 11. Luiz Edmundo de Magalhães, 12. Louis Charles Birch, 13. Theodosius Grigorievich Dobzhansky, 14. Bruno Battaglia, 15. Therezinha de Moraes Ungaretti, 16. Willy Beçak, 17. Ove Frydenberg, 18. Antônio Brito da Cunha, 19. Geraldo Barnabé, 20. Pedro Monteiro, 21. Waldemar de Oliveira, 22. Gabriel do Prado Bueno. Fonte: Magalhães e Vilela, 2014.