

A genética no Brasil entre 1934 e 1956: um estudo de caso histórico para o ensino de natureza da ciência

Genetics in Brazil between 1934 and 1956: a historical case study for teaching Nature of Science.

Fausto de Oliveira Gomes¹
Gabriel de Moura Silva²

1.
Licenciado em ciências biológicas pela Universidade de São Paulo.
Contato: fausto.ciencias@gmail.com

2.
Doutorando do Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências.
Contato: gmoura.bio@usp.br

Resumo

Neste trabalho, discutimos o início da pesquisa em genética no Brasil no Departamento de Biologia Geral do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, em uma perspectiva histórica, contada pelos seus principais protagonistas, e sugerimos a utilização de um estudo de caso como recurso didático em cursos de graduação em Ciências da Natureza e Biologia. A escolha dos episódios históricos que compõem este texto e do estudo de caso se justifica, pois retratam a implantação e consolidação de uma pesquisa genética de relevância mundial. Argumentamos que o ensino do início da história da genética no Brasil tem potencial para aproximar docentes e estudantes de processos organizacionais e científicos que ampliam o repertório destes sobre questões de engajamento, colaboração e dinâmica na ciência, em uma compreensão da ciência como atividade humana, historicamente constituída e submetida a pressões de natureza financeira, institucional, política, tecnológica, entre outras naturezas.

Palavras-chave

estudo de caso, história da genética no Brasil, ensino da natureza da ciência.

Abstract

We discuss the rise of research in Genetics in Brazil in the Department of General Biology of the Institute of Biosciences at the University of São Paulo, in a historical perspective, told by its main protagonists and we suggest the use of this case study as a didactic resource in undergraduate courses in Natural Sciences and Biology. The selection of the historical episodes that compose this article and the case study is justified, since they portray the implantation and consolidation of a genetic research of world relevance. We argue that teaching the early history of genetics in Brazil can bring teachers and students closer to organizational and scientific processes that expand their repertoire on issues of engagement, collaboration and dynamics in science, an understanding of science as a human activity, historically constituted and subjected to pressures of a financial, institutional, political and technological nature, among other natures.

Keywords

case study, history of brazilian genetics, teaching nature of science

Apresentação

Em oposição ao ensino de uma ciência estática, desumanizada e imediatista, a ação docente, seja no nível fundamental, médio ou superior, deve buscar construir – em sua prática – a compreensão de que os processos de produção do conhecimento científico compõem uma atividade humana, historicamente constituída e submetida a pressões de natureza financeira, institucional, política, tecnológica, entre outras naturezas (ALLCHIN, 2013). Aspectos como esses e suas múltiplas formas de composição e conjuntura caracterizam as ciências e se apresentam como valiosos elementos para focalizar um ensino de ciências mais crítico e contextualizado com as dimensões humanas, sociais e históricas e as dinâmicas internas da ciência.

Nesse sentido, o ensino de história das ciências contextualizado tem potencial para desenvolver o senso crítico nos educandos, problematizando características das ciências que prevaleceram em diferentes momentos históricos, desconstruindo a visão mítica que se tem das

grandes descobertas científicas e seus gênios e contribuindo para localizar a atividade científica na sociedade, estabelecendo inclusive, relações com outros elementos culturais (SANTOS, 2009). Quando docentes se preocupam com o ensino das trajetórias científicas, seus erros e acertos, eles permitem que os estudantes conheçam os processos de formação de conceitos, as teorias, os modelos e muitos outros elementos inerentes à natureza da ciência (ALLCHIN, 2013).

Observa-se que há, na ação docente e nos materiais didáticos, uma preocupação em apresentar aspectos históricos na introdução de conceitos científicos. Entretanto, geralmente essas abordagens se resumem a breves descrições e relatos superficiais. De acordo com Forato (2009, apud VITAL; GUERRA, 2017, p. 3), as concepções que professores e alunos têm sobre a ciência, a falta de preparo do professor e a inadequação do material didático disponível são obstáculos estruturais à implementação da história da ciência no ensino de ciências, embora a autora os considere contornáveis. A construção de atividades de ensino contextualizadas historicamente podem figurar como formas de superar esses obstáculos na introdução de história das ciências no ensino.

Este texto, elaborado a partir da construção e análise do estudo de caso "Dreyfus, Dobzhansky e a Genética no Brasil" (material complementar), que retrata o início da pesquisa com genética na Universidade de São Paulo, aproxima leitores de uma ferramenta didática que pode ser utilizada para o ensino de genética na graduação, com intuito de discutir as práticas de geneticistas e suas produções, levando em consideração contextos pessoais, históricos, sociais e institucionais da ciência.

Allchin (2011) defende que se considere a alfabetização científica em um contexto histórico e que estudos de caso contextualmente ricos sejam explorados para colocar os estudantes em contato com elementos próprios da natureza da ciência. Consideramos que o estudo de caso é um método que oferece aos estudantes a oportunidade de realizar escolhas que envolvem reflexão e tomadas de decisão enquanto exploram a ciência envolvida em situações propostas por uma narrativa histórica relativamente complexa (QUEIROZ et al., 2007) Levando em consideração que é preciso equipar e instrumentalizar

estudantes da graduação para poderem avaliar evidências por si mesmos, criamos, no caso de estudo, situações nas quais eles são levados a julgar e tomar decisões sobre problemas que podem ter sido decisivos para as carreiras dos cientistas retratados nos episódios narrados. Essas habilidades são apropriadas para casos que apresentem problemas de pesquisa e evidências simples, mas é possível atingir níveis de complexidade maiores do universo científico, como a aptidão em reconhecer resultados empíricos relevantes, interpretar gráficos e medidas estatísticas, pensar em situações-controle, considerar explicações alternativas etc. (ALLCHIN, 2011, p. 521).

O estudo de caso "Dreyfus, Dobzhansky e a genética no Brasil" foi construído na disciplina *Teaching and Learning Nature of Science*, ministrada em 2015 no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP). Depois de finalizado, foi submetido a dois docentes do Departamento de Genética do mesmo Instituto para que pudessem apreciar seu conteúdo e validar as abordagens escolhidas. Em dezembro de 2017, realizamos entrevistas com esses docentes, de modo a ratificar/retificar entendimentos sobre o caso e elaborar esta narrativa, bem como tornar o estudo de caso mais instigante e investigativo. Neste artigo, foram escolhidos episódios que envolvem as situações vividas por André Dreyfus (1897-1952) e Theodosius Grygorovych Dobzhansky (1900-1875) durante suas atividades de pesquisa em genética de populações no Brasil. Os critérios para escolha dos episódios que compõem esta narrativa estão diretamente ligados às relações pessoais entre os cientistas que compunham a equipe de pesquisa, origem do financiamento da pesquisa, situações de escolha cruciais para o avanço de importantes projetos na área, engajamento pessoal dos cientistas, o trabalho em equipe e o legado histórico que a passagem de Dobzhansky pelo Brasil deixou.

Dreyfus e Dobzhansky: ações, colaborações e legados da genética brasileira

A história da genética tem seu início marcado por uma série de acontecimentos que refletem algumas relações existentes entre pesquisa e sociedade, intimamente relacionados a constituição e desenvolvimento das

universidades públicas brasileiras. Se resgataremos primeira metade do século XX, quando esses espaços formativos estreavam no país, o mundo do trabalho encarava uma revolução técnico-científica, que impactaria para sempre a universidade, já que "para manter a sua excelência e a sua liderança nas coisas do conhecimento, tinha que abrir novas frentes por meio da pesquisa, sobretudo da ciência e tecnologia" (MOTOYAMA, 2006, p. 19). Fundava-se um braço produtivo na universidade, impulsionado para atender os mais variados interesses, inclusive os das elites empresariais, que apostavam em uma ciência aplicada, capaz de resolver os problemas do setor agrícola, industrial e melhorar a economia (MOTOYAMA, 2006).

Nesse cenário despontam os primeiros centros de pesquisa em genética, liderados pelos geneticistas Friedrich Gustav Brieger (1900-1985), na Escola Agrícola de Piracicaba, Carlos Arnaldo Krug (1906-1973), do Instituto Agrônomo de Campinas e André Dreyfus, na Faculdade de Filosofia Ciências e Letras (FFLC), na novíssima Universidade de São Paulo (SIÃO, 2007). Dreyfus era um professor promissor, que se destacava pelo carisma e pela percepção científica, um autodidata, um homem que compreendia o seu tempo e ofício, e cujas palestras foram amplamente assistidas e apreciadas, gerando empatia e instigando o desejo científico nos estudantes (CARMO, 2002; GLICK, 2008). Entre 1934-35, Dreyfus se tornou chefe de Departamento de Biologia Geral, criando e participando do primeiro curso de História Natural do país. A carreira de Dreyfus pode ser considerada curta para os parâmetros de pesquisa atuais, dada a sua morte aos 54 anos, mas foi marcante, cheia de episódios importantes para o desenvolvimento da pesquisa em genética no Brasil.

Aos 38 anos, o professor André Dreyfus era o principal responsável por organizar e institucionalizar a pesquisa e ensino em Ciências Naturais na FFLC, atendendo as finalidades da Universidade de São Paulo que, vide decreto de sua criação (1934), se pautavam: na promoção do progresso da ciência pela pesquisa; na transmissão de conhecimentos que

desenvolvessem o espírito ou fossem úteis a vida; na formação de especialistas em todos os ramos da cultura, e técnicos e profissionais em todas as profissões de base científica ou artística; e na divulgação das ciências, das letras e das artes, por meio de cursos sintéticos, conferências, palestras, difusão pelo rádio, filmes científicos e congêneres (CRIAÇÃO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1934).

A forma como Dreyfus lidou com essas finalidades provoca importantes questionamentos sobre o trabalho com pesquisa e ensino, que parecem, em princípio, estar desconectadas da formação pretendida nos cursos de graduação e disciplinas de ciências naturais e biológicas das universidades brasileiras. Suas decisões sobre atividades de trabalho e ensino não se atêm apenas ao conhecimento conceitual gerado pela pesquisa, nem a simples transmissão de conhecimentos, mas se aproximam da realidade organizacional das instituições e da forma de se fazer ciência. Algumas questões fundamentais ao gerenciamento e organização institucional se apresentam nesse sentido, tais como: ao ocupar o cargo de chefia de um departamento de uma recém-criada universidade, o que se deve priorizar? 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? Quais eram os equipamentos e instrumentos necessários? Quais programas educacionais deveriam ser estabelecidos para treinar e formar os estudantes?

Perguntas que são muito pertinentes no meio acadêmico, pois fazem parte de um repertório de ações que mobilizam as relações organizacionais de pesquisa e ensino das universidades públicas brasileiras, mas que são pouco compreendidas ou discutidas, pois acabam se encerrando em incumbências docentes e suas relações hierárquicas. Longe de validarmos ou debatermos esse modelo de gestão, importa-nos dizer que esta maneira institucionalizada de agir na universidade é, em grande parte, influenciada pela forma como se deram os processos de formação desses primeiros centros de pesquisa, e que se perpetuaram nas mais variadas instituições.

No que concerne ao início do departamento de biologia geral da FFLC (USP), cumpre dizer que em questão de dez anos já havia se formado um número significativo

de historiadores naturais e geneticistas. Despontavam as primeiras pesquisas em genética de populações naturais do Brasil, as primeiras colaborações e orientações acadêmicas. Palestras e conferências se proliferavam na Universidade de São Paulo. Artigos e livros difundiam a ciência que era construída no departamento de biologia geral (SIÃO, 2007).

O trabalho nesses primeiros institutos obtiveram grande êxito também no fomento à pesquisa, no caso específico da genética, especialmente por um plano de desenvolvimento traçado pela Fundação Rockefeller (FORMIGA, 2012), que buscava encontrar em países da América Latina e África alternativas de pesquisa a um estado de grande guerra em que o hemisfério norte e Europa se encontravam, bem como de elaborar e implementar estratégias para fortalecer a agricultura capitalista no Brasil (WELCH, 2014). De acordo com Glick (2008, p. 317), "o modus operandi da Fundação (Rockefeller) não era fazer ciência a partir das bases, mas sim identificar cientistas talentosos, investir neles e em seus programas de pesquisa". Entre tantos pesquisadores e pesquisadoras que a fundação objetivou financiar, estavam André Dreyfus e o geneticista ucraniano-estadunidense Theodosius Dobzhansky, que cruzaram seus caminhos na pesquisa com genética no Brasil e são os principais protagonistas do estudo de caso "Dreyfus, Dobzhansky e a genética no Brasil".

Cumprе ressaltar que fora do Brasil, a genética já havia se consolidado em muitos centros de pesquisa do mundo na primeira quarentena do século XX, grande parte influenciada pelas ideias de Dobzhansky, um cientista cujo trabalho teve fundamental importância para amarrar as bases genéticas e a evolução (ARAÚJO, 2001). Com 30 anos de idade, ele já havia publicado mais de 30 artigos que versavam principalmente sobre genética e entomologia (GLICK, 2008). Tornou-se professor auxiliar no Instituto de Tecnologia da Califórnia em 1929, mesmo ano em que Dreyfus proferiu a palestra "O estado atual da hereditariedade", em que criticava concepções eugênicas, errôneas e/ou atrasadas, em relação às novas descobertas no campo da hereditariedade (GONÇALVES, 2010). Em 1937, enquanto Dreyfus publicava sua tese catedrática *Contribuição para o estudo do Cyclo chromosomico e da*

determinação do sexo de Rhabdias fülleborni Trav. 1926, Dobzhansky 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.

Eventos como esses – implementação do departamento de biologia geral ou o avanço do conhecimento e das pesquisas em genética no mundo – são importantes alicerces para as narrativas dos protagonistas contidas no caso de estudo “Dreyfus, Dobzhansky e a genética no Brasil”, uma vez que influenciaram suas práticas científico-educacionais e que denotam elementos muito valiosos para a discussão de natureza da ciência no ensino, como os sentidos de engajamento profissional, os objetivos de vida, as competências e habilidades de liderança, a organização de processos e pessoas e a formação de pesquisas colaborativas. Allchin (2014) reforça o papel de diversas metodologias de ensino na implementação da natureza da ciência nos diversos cursos de ciências, o estudo de casos históricos está entre essas metodologias porque possui, para cada episódio escolhido, elementos que remetem à ciência enquanto prática humana socialmente construída e culturalmente balizada.

Analisamos alguns desses aspectos seguindo essas narrativas. Em 1942, Harry Miller Jr., um dos representantes da Fundação Rockefeller ofereceu a Dreyfus a possibilidade de atuar em um laboratório de pesquisa nos Estados Unidos, mas ele recusou sob a alegação de que não poderia abandonar seu trabalho no Brasil, deixando seus estagiários e assistentes sem orientação (CARMO, 2002). Diante da recusa, a Fundação ofereceu a Dobzhansky a possibilidade de visitar o Brasil, para se juntar às novíssimas pesquisas realizadas no departamento de biologia geral da USP, bem como realizar estudos na mata amazônica, que era de seu total interesse (CARMO, 2002). As decisões de Dreyfus e Dobzhansky podem ter sido determinantes para a consolidação das pesquisas em genética na USP, considerando que um deles optou por um fortalecimento dos laços organizacionais na instituição em que trabalhava e o outro pela pesquisa com genética de populações tropicais, favorecendo, assim,

a troca de saberes científicos e consolidação do conhecimento genético no Brasil.

Esse é um debate que pode se apresentar de inúmeras maneiras, uma vez que a tônica do intercâmbio internacional está muito presente no discurso universitário. No entanto, há uma série de exemplos de sucessos e insucessos nesse sentido. As motivações são afetadas pelos contextos pessoais, econômicos, sociais e históricos e ao acompanhar essa narrativa e vivenciar as situações de escolha dos pesquisadores os graduandos incorporam elementos da natureza da ciência intrínsecos ao fazer científico (ALLCHIN, 2014). Dobzhansky estava interessado em explorar a diversificação de espécies em várias regiões do mundo, engajado em investigar a imensa biodiversidade tropical, abrindo muitos questionamentos para o campo de pesquisa em evolução e desenvolvimento (ARAÚJO, 2004). Enquanto isso, Dreyfus estava no auge de sua experiência organizacional na novíssima FFLC e suas convicções administrativas da própria chefia de departamento, além de questões pessoais, foram pressões mais fortes na sua decisão (CARMO, 2002).

Muito se investiu em pesquisas com dinheiro da Fundação Rockefeller no Brasil entre as décadas de 1940 e 1970 (WELCH, 2014). Uma docente do departamento de genética do IB-USP comentou que, até os dias atuais, alguns materiais comprados com o dinheiro da Fundação Rockefeller para a manutenção de culturas de moscada-fruta (principalmente vidrarias) são utilizados no Departamento:

Era assim uma quantidade de dinheiro [da Fundação Rockefeller]... absurda, imagina pra você ter uma ideia, as rolhas desses frasquinhos eram de algodão, né, hidrófobo, e envolto por uma gaze assim, então não era assim de espuma, e (...) você abria uma sala dessas aí, era cheia de algodão até o teto, 5 m de pé-direito (...) isso manteve as culturas durante anos (...). Esse vidro de 1/4 que vocês estão vendo é um vidro desse tempo ainda (...) desde a vinda da parte intelectual, como da parte de material. (Docente do IB/USP, refletindo sobre seu início no Departamento de Genética e sobre materiais de consumo. Entrevista realizada em 08/11/2017)

No final dessa fala, a docente ressalta dois aspectos do financiamento à pesquisa que caracterizaram a importância dos investimentos da Fundação Rockefeller no Departamento de Genética da USP, a vinda da parte intelectual e da parte material. Há que se valorizar o esforço de Dreyfus na construção de um centro de pesquisa universitário de referência em história natural no Brasil. O que valia mais a pena? Quantas pessoas iriam se beneficiar ou prejudicar dessas decisões? As trocas de saberes na ciência não precisam ser unidirecionais e monológicas, no entanto, isso parece estar bastante difundido na concepção brasileira do que caracteriza a aptidão a ocupar um cargo de docência universitária: realizar pesquisa em instituições internacionais e ser o primeiro autor de artigos de relevância. Principalmente das universidades públicas das regiões Sul e Sudeste do país.

É claro que os contextos são bastante diferentes se pensarmos nos dias atuais e no tempo de Dreyfus-Dobzhansky. Basta comparar a decisão de Dreyfus com ideias pertinentes ao senso coletivo para perceber como não se tratava de um sujeito individualista. Não realizou uma grande viagem de pesquisa, mas recebeu um pesquisador internacional de renome – de um dos melhores centros de pesquisa em zoologia dos Estados Unidos. Dedicou sua atenção ao planejamento de ciclos de palestras de Dobzhansky, que não só foram vistos por muitos pesquisadores de genética, como foram traduzidos e registrados no livro *Evolução: conferências pronunciadas em São Paulo* (DOBZHANSKY, 1943). Articulou a ida de vários jovens pesquisadores para laboratórios internacionais de pesquisa nos anos seguintes (CARMO, 2002). Promoveu a pesquisa genética no seu departamento, incitando seus orientandos a publicar artigos em colaboração internacional (SIÃO, 2007).

Esse espírito de liderança era contagiante. A docente que entrevistamos contou que o Prof. Dr. Crodowaldo Pavan, um de primeiros orientados de Dreyfus, carregava algumas dessas competências e habilidades:

O Pavan era um líder (...) ele trazia o dinheiro, ele falava (...) vamos pesquisar isso (...) ele (...) fazia reunião toda sexta-feira (...) e todo mundo discutia tudo (...) e todo mundo vivenciava isso, desde as bobagens até (...) as grandes ideias

(...) era outro tipo de liderança, hoje não é mais possível isso, hoje é possível, grupos, que, fazem mais ou menos a mesma coisa, o cara vai pra Fapesp, traz dinheiro e tem um grupo de alunos que trabalha no projeto, mas... ele fazia, não num âmbito de país não, mas maior" (Docente do IB/USP, refletindo sobre sua convivência com Crodowaldo Pavan no Departamento de Genética. Entrevista realizada em 08/11/2017)

Feitas essas considerações sobre Dreyfus, podemos voltar a falar de Dobzhansky, que aportou pela primeira vez no Brasil em 1943. Sua visita foi um reconhecimento de terreno e de possíveis parcerias de pesquisa em genética de *Drosophila*. Ciceroneado por Dreyfus e seus orientandos, Dobzhansky proferiu uma série de conferências que podem ser consultadas no livro *Evolução* (DOBZHANSKY, 1943), nas quais ele discute, entre outros assuntos, as pesquisas com induções mutagênicas em modelos experimentais; os modelos genéticos e suas generalizações; e a plasticidade genética dos organismos nos trópicos e as possibilidades de pesquisa no Brasil.

As moscas-das-frutas, ou simplesmente *Drosophila*, são consideradas bons modelos de pesquisa, pois requerem procedimentos de manutenção com poucos recursos e se reproduzem em um curto período, possibilitando ao grupo de pesquisa responder rapidamente perguntas de pesquisa e elaborar novas hipóteses (ALLCHIN, 2009). Em suas palestras, Dobzhansky ressaltou esse modelo de pesquisa e valorizou a biodiversidade brasileira, instigando os jovens cientistas brasileiros a se aventurar pelo conhecimento genético e pela busca de outros bons modelos de pesquisa. A pesquisa com induções mutagênicas se apresentava à ciência no sentido de controle e manipulação de organismos. Prenúncios da transgenia? Talvez, mas ainda faltava conhecer o que estava nas bases da vida. A molécula de DNA ainda não havia sido elucidada e muito do que se conhecia era oriundo das manifestações fenotípicas, cruzamentos controlados e microscopia cromossômica (CRICK, 1974).

O primeiro período de imersão de Dobzhansky no Brasil foi 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. Essas e outras ideias são fundamentais para aproximar estudantes de graduação do início de uma atividade de pesquisa, dos processos e recursos humanos necessários para a consolidação de um centro de pesquisa de referência no Brasil.

Outro ponto de destaque das falas de Dobzhansky nas conferências foram as considerações sobre a importância da biodiversidade brasileira. O pesquisador reconhecia que havia uma vantagem no campo de pesquisa em genética no Brasil. Ele instigou jovens cientistas, que logo se dispuseram a conhecer e reconhecer essa diversidade e elaborar estratégias de ação para difundir esse conhecimento, principalmente com a publicação de artigos sobre as *Drosophila* (SIÃO, 2007). Algumas perguntas que almejavam ser respondidas por esses pesquisadores foram: Qual é o conhecimento que se têm das *Drosophila* brasileiras? Quais os principais problemas associados a identificação de *Drosophila* no dia a dia do grupo de trabalho? Como provar que uma população natural está evoluindo geneticamente? O que fazer com os dados coletados?

Sabemos que ciência confia em dados empíricos para explicar fenômenos, requerendo muita observação e replicação de dados para aferir confiabilidade nos resultados. Sabemos que ciência requer observação, leitura de referenciais teóricos e criatividade. Quando dizemos que a ciência confia em dados empíricos para explicar fenômenos estamos reforçando a importância da coleta de dados para formular qualquer conclusão. Por isso, entendemos que é fundamental trabalhar na formação universitária em ciências da natureza e biologia a importância da coleta de dados e das consequências de coletas mal realizadas que podem interferir no resultado final e levar os cientistas a concluírem falácias.

A importância da coleta de dados está, dentre outras coisas, relacionada diretamente com as conclusões que se vai tirar e com a possibilidade de replicação desse experimento em outros contextos. É importante também ter clareza quanto ao que se quer responder ou àquilo que se quer explorar, a coleta de dados confiáveis deve estar alinhada com o desenvolvimento da pesquisa para que não se gaste energia e dinheiro em pesquisas que não

ajudam tanto o desenvolvimento do projeto no qual se está trabalhando.

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 o conhecimento que for divulgado ou qualquer exposição de experimentos, conclusões parciais ou somente dos resultados, deve ser realizado 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.

E diante do cruzamento de dados e aparecimento de novas evidências 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 (ALLCHIN, 2013). É propondo esse mesmo problema para o estudante e cuidando para que ele tente solucionar o problema, imaginando-se no contexto sócio-histórico no qual a questão surgiu, que consiste a riqueza do ensino da natureza da ciência a partir desse estudo de caso histórico. Para utilizar-se de sua criatividade e imaginação a fim de solucionar as questões colocadas, é preciso que o cientista consiga perceber quais são os fatores que podem influenciar os resultados e quais são os fatores que ele não quer que interfiram tanto para poder analisar aquele outro fator que responde, ou ajuda a responder, a sua questão. A essa preocupação, em tentar isolar uma única variável com o objetivo de estudar sua interferência no objeto de estudo, é que chamamos de "controle de variável".

O estudo de caso "Dreyfus, Dobzhansky e a genética no Brasil" explora essas temáticas – o papel dos dados e das evidências na construção do conhecimento científico e a importância do controle de variáveis nos experimentos – questionando o que poderiam significar as numerosas inversões cromossômicas encontradas em uma determinada espécie de *Drosophila* brasileira, instigando os leitores do caso a delinear experimentos para compreender quais os principais efeitos relacionados a essas características.

Muitas pesquisas foram realizadas após a primeira visita de Dobzhansky ao Brasil. E durante e após as segunda e terceira visita dele. Uma longa lista de artigos foi publicada nesse período e pode ser consultada nos suplementos do artigo *The golden age of Drosophila research at the Universidade de São Paulo (USP): a testimonial on the decades 1940-1950* (MAGALHÃES; VILELA, 2014). As pesquisas variaram desde descrições de espécies de *Drosophila* encontradas em São Paulo e outros lugares do Brasil, a alterações cromossômicas (inversões e translocações), isolamento sexual, mutações letais e grupos-irmãos de espécies brasileiras.

A *Drosophila* se tornava um excelente modelo de pesquisa no Departamento de Genética da USP. Tão importante que até hoje se vê presente na concepção e desenvolvimento da disciplina de graduação "Genética", que fundamenta os primeiros passos das graduandas e graduandos em Ciências Biológicas do Instituto de Biociências da USP. Essa talvez seja a única disciplina que se aproxima dos preceitos de investigação científica e natureza da ciência no IB/USP. Utilizando moscas-de-fruta como modelo de pesquisas, as graduandas e graduandos lidam com diversas alterações fenotípicas das moscas, de modo empírico, fazendo-se perguntas de pesquisa, elaborando hipóteses e redigindo relatórios sobre as possíveis alterações cromossômicas que podem ter interferido em suas populações investigadas. A docente entrevistada ressaltou esse caráter investigativo da disciplina: "Ela usa [a disciplina]genética para mostrar como se faz uma pesquisa, como se faz uma pergunta, como se aborda a pergunta, praticamente, pra responder, como são as hipóteses (...) ensinar como se raciocina, como se trabalha, dentro da ciência.

A genética faz isso né, como você constrói as coisas acima de um imaginário." (Docente do IB/USP, explicando os propósitos da disciplina Genética do Departamento de Genética do Instituto de Biociências. Entrevista realizada em 08/11/2017).

A docente ainda explicou que a criação desse modelo de trabalho na graduação estava imbuído de um sentimento de falta de interesse pelas ciências no final dos anos 1990. O departamento se preocupou com essa temática, prezando pela qualidade do ensino e valorizando,

acima de tudo, o esforço dos docentes daquele departamento no sentido de valorizar essas práticas científicas. Ela disse que esse esforço tinha:

(...) a ver com a perseverança do Vilela [Professor Dr. Carlos Ribeiro Vilela], porque, ele não abria mão da qualidade (...) ele foi orientado do Edmundo Magalhães, que era um drosofilista (...) ele não muda de ideia sobre a qualidade de ensino, não interessa a crise, o sacrifício, se não tem, tira do bolso (...) o indivíduo tem que manipular e fazer uma pesquisa, que é o que ele simula no curso, uma pesquisa pra ver aquelas mutações, se são dominantes, recessivas, se autossômicas, vai desenvolvendo a hipótese, conforme vai obtendo os resultados (Docente do IB/USP, valorizando o esforço de colegas de Departamento pela qualidade de ensino na graduação. Entrevista realizada em 08/11/2017)

Podemos perceber, ao longo desta importante trajetória de colaboração entre esses dois pesquisadores de renome e fundamentais para o desenvolvimento da genética no Brasil, como suas ações e decisões influenciaram e influenciam as práticas que se realizam na instituição que os recebeu e incorporou. E como esses processos, de certa forma, representam importantes processos da profissão científica que se consolidou em nosso país, como a colaboração, a difusão do conhecimento, a incorporação de novas ideias científicas, a busca por financiamentos, a dedicação e engajamento e a formação de uma rede de colaborações institucionais, entre outras. Após visitar esses aspectos organizacionais, potencialidades de pesquisa e extrapolações do conhecimento narrados por esses episódios de história da ciência, ressaltamos a importância de elaborar e disponibilizar estudos de caso que possam aproximar estudantes de graduação em ciências da natureza e biologia de interesses de pesquisa e trabalho que abranjam não só as características disciplinares das ciências, mas também as características pessoais, os contextos sociais e a busca por soluções aos mais diversificados problemas reais que elas/eles podem se deparar em suas carreiras.

Considerações finais

Este artigo buscou apresentar o panorama do início da pesquisa com genética no Brasil, abordando aspectos da natureza da ciência relacionados às motivações para realização de ciência, o papel das instituições e as fontes de financiamento, ao rol de evidências, concordância entre diferentes tipos de dados, modelos e organismos-modelos, erros e incertezas e colaboração entre pesquisadores.

Entendemos que os temas propostos no estudo de caso "Dreyfus, Dobzhansky e a genética no Brasil" podem ser bastante proveitosos no início de uma graduação, em uma aula de história e filosofia da ciência, colocando os graduandos em uma situação de proximidade com o desenvolvimento da ciência e dos processos associados à sua prática, que nem sempre se desenvolvem em cursos de ciências biológicas.

Entendemos que a ação docente deveria ser direcionada para a apropriação crítica dos conteúdos de ciências pelos estudantes de modo que efetivamente se incorporem ao universo das representações que fazem do mundo e, assim, se constituam como parte de sua cultura científica (SASSERON, CARVALHO, 2011). Quando reorientada para a natureza da ciência, a história da genética no Brasil identifica problemas e soluções de cunho organizacional e científico, que aprimoram as ideias do que são engajamento, liderança, organização e coletividade.

O estudo de caso histórico, discutido aqui, conta com uma série de elementos que explicitam a natureza da ciência em um contexto complexo que permite ao estudante explorar possibilidades, julgar escolhas, tomar decisões e, de certo modo, seguir as trilhas de pesquisadores que servem de protagonistas para a narrativa proposta (ALLCHIN, 2014).

Apresentamos essa argumentação e estudo de caso como uma forma de enfrentar o desafio de promover uma educação de ciências que contribua para uma formação inicial científica capaz de provocar nos estudantes de graduação a tomada de decisões conscientes e aquisição de posturas críticas diante do mundo (AULER, 2007). Apesar da aparente necessidade da promoção de um ensino científico com enfoque em natureza da ciência, temos consciência dos desafios em relação à adequada formação

docente na educação básica e superior, visto que ainda estamos diante de uma prática docente e de materiais didáticos que dificilmente conseguem abandonar a visão ufanista das produções científicas (VITAL; GUERRA, 2017). Com problemas humanos e do trabalho cada vez mais complexos e conflituosos, que exigem a participação e posicionamento constante dos indivíduos, entendemos que estudos de caso históricos na formação inicial dos cursos de ciências da natureza e biologia podem provocar reflexões de muitas naturezas, enriquecendo o repertório de ações mobilizadas na graduação e de perspectivas de trabalho, pois têm o potencial de aproximar os estudantes de decisões que poderão se apresentar em suas futuras profissões.

Referências bibliográficas

- ARAÚJO, A. M. O salto qualitativo em Theodosius Dobzhansky: unindo as tradições naturalista e experimentalista. **História, Ciências, Saúde. Manguinhos**, 2001, 8(3):713-726.
- ARAÚJO, A. M. Spreading the evolutionary synthesis: Theodosius Dobzhansky and genetics in Brazil. **Genetics and Molecular Biology**. 2004, 27(3):467-475.
- ALLCHIN, D. Thomas Hunt Morgan & the White-eyed Mutant. In: HAGEN, J. B., ALLCHIN, D.; SINGER, F. **Doing Biology**. Minneapolis: SHiPS Resource Center, 2009, p. 48-59.
- ALLCHIN D. Evaluating knowledge of the nature of (Whole) Science. **Science Education**, 2011, 95(3):518-542.
- ALLCHIN D. **Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources**. Saint Paul: SHiPS Education Press, 2013.
- ALLCHIN D. Complementary approaches to teaching nature of science: integrating student inquiry, historical cases, and contemporary cases in classroom practice. **Science Education**, 2014, 98(3):461-486.
- AULER, D. Enfoque ciência–tecnologia–sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, nov 2007, vol. 1, número especial.
- CARMO, C. da S. **Grandes mestres da ciência brasileira: André Dreyfus**. São Paulo, jun. 2002. Disponível em: http://www.figueiradaglete.com.br/pdf/Cientistas_projeto-v2.pdf Acesso em: 6 nov 2018.
- 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.
- CRICK, F. The double helix: a personal view. **Nature**, London, 26 abr 1974, 248:766-769,
- DOBZHANSKY, TG. **Evolução: conferências pronunciadas**. Columbia University. São Paulo: S.N., 1943.
- FORMIGA, DO. Desenvolvimento da genética no Brasil: entre o evolucionismo e a ideia de progresso. *Acta científica*. **Engenheiro Coelho**, 2012, 21(3):33-41.
- GONÇALVES, AS. Eugenia em debate: medicina e sociedade no I Congresso Brasileiro de Eugenia. In: **Anais**

- do XIV Encontro Regional da ANPUH-RIO – Memória e Patrimônio. 19 a 23 de julho. 2010. Disponível em: http://www.encontro2010.rj.anpuh.org/resources/anais/8/1276697830_ARQUIVO_MedicinaeSociedadenoCongressoBrasileirodeEugenia.pdf. Acesso em: 10 jun 2018.
- GLICK, TF. O Programa brasileiro de genética evolucionária de populações de *Theodosius Dobzhansky*. **Revista Brasileira de História**. São Paulo, 2008, 28(56):315-325.
- 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. Em: MOTOYAMA S. **USP 70 anos: imagens de uma história vivida**. São Paulo: EDUSP, 2006, p. 17-68.
- QUEIROZ, SL; SÁ, LP; FRANCISCO, CA. Estudos de caso em química. **Química Nova**. 2007, 30(3):731-739.
- SANTOS, MEVM. Ciência como cultura – paradigmas e implicações epistemológicas na educação científica escolar. **Química nova**. 2009, 32(2):530-537.
- SASSERON, L; CARVALHO, AMP. alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**. 2011, 16(1):59-77.
- SIÃO, JFM. As contribuições de Theodosius Dobzhansky para o desenvolvimento da genética no Brasil (1943-1960): um estudo bibliométrico. *Filosofia e História da Biologia*. **ABFHIB**, 2007, 2:203-225.
- VITAL, A; GUERRA A. A implementação da história da ciência no ensino de física: uma reflexão sobre as implicações do cotidiano escolar. **Ens. Pesq. Educ. Ciênc**. 2017, vol.19.
- WEALCH, CA. Rockfeller and the origins of agribusiness in Brazil: a research report. Rockfeller Archive Center Research Reports Online. RAC, 2014. Disponível em: <http://rockarch.org/publications/resrep/welch.pdf> Acesso em: 6 nov 2018.

Data de recebimento: 11/06/2018

Data de aprovação: 23/11/2018