UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

TATIANA TAVARES DA SILVA

História e Filosofia da Ciência na formação de professores de Biologia: educação reflexiva e a replicação de experimentos históricos

São Paulo
2019

TATIANA TAVARES DA SILVA

História e Filosofia da Ciência na formação de professores de Biologia: educação reflexiva e a replicação de experimentos históricos

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação, da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Educação.

Área de concentração:
Educação científica, Matemática e Tecnológica

Orientadora:
Prof. Dra. Ermelinda Moutinho Pataca

São Paulo
2019

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catalogação da Publicação
Ficha elaborada pelo Sistema de Geração Automática a partir de dados fornecidos pelo(a) autor(a)
Bibliotecária da FE/USP: Nicolly Soares Leite - CRB-8/8204

Th

Tavares da Silva, Tatiana
História e Filosofia da Ciência na formação de professores de Biologia: educação reflexiva e a replicação de experimentos históricos / Tatiana Tavares da Silva; orientador Ermelinda Moutinho Pataca. -- São Paulo, 2019.
217 p.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação Educação Científica, Matemática e Tecnológica) -- Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2019.

1. Biologia. 2. Formação de professores. 3. Replicação de experimentos históricos. 4. educação científica. 5. formação reflexiva. I. Moutinho Pataca, Ermelinda, orient. II. Título.

Nome: SILVA, Tatiana Tavares da Silva

Título: História e Filosofia da Ciência na formação de professores de Biologia: educação reflexiva e a replicação de experimentos históricos.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutora em Educação

Aprovada em:

Banca examinadora

Prof. Dr._____ Instituição:_____

Julgamento:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr._____ Instituição:_____

Julgamento:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr._____ Instituição:_____

Julgamento:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr._____ Instituição:_____

Julgamento:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr._____ Instituição:_____

Julgamento:_____ Assinatura:_____

Ao Antonino Miguel Tavares da Silva (Nino), pela fofa companhia ao longo desses anos acadêmicos.

A todos os professores, principalmente em tempos de perseguição e desvalorização do magistério, que continuam na missão de proporcionar uma educação de qualidade a todos.

AGRADECIMENTOS

Cada linha desta tese resultou de alguns processos de superação, que foram possíveis com a ajuda de muitas pessoas.

Destaco os meus agradecimentos:

À minha orientadora Profa. Dra. Ermelinda Moutinho Pataca, pelo desafio de aceitar a orientação na reta final do doutorado. Sempre me auxiliou em questões importantes, respeitando o processo de desenvolvimento do trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa concedida.

Ao Prof. Dr. José Otávio Baldinato, pela parceria na educação e participação na pesquisa.

Aos estudantes de licenciatura em Ciências Biológicas do IFSP, dos anos de 2017 e 2018, principalmente às estudantes Bruna, Tainá, Gabriela, Luana, Elaine e Bárbara pelas entrevistas.

À professora formadora que nos concedeu entrevista.

Às professoras Adriane, Ana Paula e Helga, pelas entrevistas concedidas.

À Profa. Dra. María Elena Infante-Malachias pelo apoio recebido e carinho constante desde a minha entrevista inicial para o ingresso no mestrado.

À Profa. Dra Maria Elice de Brzezinski Prestes, pelo período inicial de co-orientação do doutorado.

À Arcenira Resende Lopes Targino pela força ao longo desses anos, nos períodos de choro e comemorações.

Ao grupo de pesquisa que me acolheu e me ajudou muito: Alan Dantas, Gabriela Marko, Roni Ivan, Luna Bocchi, Aroldo, Rodrigo Arena, David, Rômulo, Arcenira e Massumi.

Ao grupo de pesquisa do Laboratório de História da Biologia e Ensino, do IBUSP: Gerda Maisa Jensen. Rosa Andréa, Christine, Thaís Forato, Tatiane Braga, Luciana Nogueira, João Durbano, Marcelo Gilge, Carolina Perozzi, Eduardo Cortez, Filipe Berçot e Tatiane Braga.

Ao Grupo de pesquisa em Ensino de Ciências: Graciela, Ana Paula Pietri, Ana Gouw, Fernanda Franzolin, Jaqueline Pinafo, Paulo Monteiro, Paulo Garcia, Helenadja, Gisele.

Aos professores: Paulo Takeo Sano, Maria Elice Prestes e Nelio Bizzo pelas contribuições da qualificação.

À Luna pela ajuda na redação do abstract e à Adriana do INCO CEPEL, pela revisão.

Ao INTERAC, principalmente Fabíola Garcia Serpa e Lígia Stati.

À Comissão de Pós-Graduação pela compreensão e apoio.

À Secretaria da pós, principalmente ao Marcelo, Claudia e Bruna Pozzi.

Ao STIFE e Biblioteca da FEUSP.

Às pessoas que contribuíram com sugestões e críticas construtivas nos congressos, EFHIB, SBHC e ISHPSSB.

Aos meus pais, Etelvina Maria dos Santos Silva e Nelson José Tavares da Silva pelo apoio recebido e por tentar entender as minhas ausências devido ao doutorado**.** Ao meu irmão Thiago Tavares da Silva, Renata Antunes e Daniel Tavares Antunes.

A todos os familiares, que me incentivaram durante o percurso do doutorado, principalmente: Elisabeth Bertaglia, Maria das Graças Souza, Helena Marcon, Carmen Marcon, Rodolfo Soares, Ivani Tavares.

Aos amigos e colegas: Monique, Alda, Tassiana, Juliana Gomes, Eliane Cardoso, Anielli, Mariana Côrrea, Janaína Ornellas, Leandro Donizetti, Giedson, Rosenilton, Ronaldo Andrade, Noemi, Denise, Vanessa Garrido, Andréa Conard (Dedi), Natália Campos, Joelson, Womualy, Tabatta.

A todos que me apoiaram!

“Quando pensamos em Darwin e seus estudos é comum nos vir à mente as suas teorias, documentadas em suas obras e publicações, esquecendo ou mesmo nem tendo conhecimento de seus experimentos que fundamentaram seu trabalho.

A reprodução de seus experimentos nos aproxima do lado experimental de Darwin, auxilia na compreensão de suas teorias, entender e vivenciar um pouco do que levou o cientista às suas conclusões e os problemas que encontrou nesse caminho. Compreender a natureza dos fatos e os fenômenos é essencial na formação de professores, fazendo com que no futuro se aproprie do conhecimento e não apenas o reproduza. O mesmo deve ocorrer quando o experimento é implementado aos alunos do ensino médio, pois além de ser uma abordagem interessante para eles, os mesmos passam a se sentir o centro do processo de aprendizagem, que de fato são, ou deveriam ser.” (Trecho do relatório de um grupo que participou da pesquisa empírica desta tese)

O grande inimigo da confusão é a resposta que se assume como verdade única. Se só houver uma única resposta certa, que é suposto o professor saber e o aluno aprender, então não há lugar legítimo para a confusão (SCHÖN, 1992, p. 85)

RESUMO

SILVA, Tatiana Tavares da. **História e Filosofia da Ciência na formação de professores de Biologia: educação reflexiva e a replicação de experimentos históricos.** 2019. 217 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

A História e Filosofia da Ciência no ensino é uma linha de pesquisa importante para o ensino de Ciências, pois dentre várias contribuições possibilita que sejam trabalhadas competências científicas e didáticas. O desenvolvimento de um trabalho empírico sobre e na formação de professores de Biologia, em relação aos aspectos históricos e filosóficos da Ciência fornece uma contribuição importante para reflexões sobre a educação científica. A hipótese inicial desta tese era a de que o oferecimento de uma disciplina com conteúdos de História e Filosofia da Ciência durante a graduação proporcionaria aos professores o desenvolvimento de visões bem informadas para a atuação na educação científica. Como um objetivo geral, buscamos identificar as concepções sobre História da Ciência apresentadas por: professores que atuam na educação básica, de um professor formador e da pesquisadora. Através de entrevistas, anotações de campo e reflexões sobre o processo de investigação das práticas educativas esta tese analisou as perspectivas sobre História e Filosofia da Ciência na trajetória acadêmica e profissional de formadores de professores de Biologia e Ciências. O acompanhamento da replicação de experimentos históricos em uma disciplina da licenciatura em Ciências Biológicas, através de uma pesquisa-ação, possibilitou tanto a caracterização e a sugestão de atividades práticas envolvendo a História da Ciência, quanto reflexões sobre a formação e atuação docente. De acordo com a análise das concepções apresentadas pelos professores, a formação continuada possui um papel mais relevante no desenvolvimento de temas de História da Ciência em sala de aula. A replicação de experimentos históricos mobilizou o processo de ensino-aprendizagem, relacionando aspectos teóricos e práticos do conhecimento científico.

Palavras-chave: Formação de professores, História e Filosofia da Ciência, Ensino de Ciências, replicação de experimentos históricos e professores reflexivos

ABSTRACT

SILVA,Tatiana Tavares da. **History and Philosophy of Science in Biology Teacher Education: reflective education and replication of historical experiments.**2019.217 f. Tese (Doutorado)- Programa de Pós-Graduação em Educação, São Paulo, 2019

The presente study focuses on the History and Philosophy of Science in teaching and argues that it allows the development of important scientific and didact competences. The development of empirical work on the education of Biology teachers, related to historical and philosophical aspects of Science, provides an important contribution towards scientific education. The thesis initial hypothesis was the offering of a subject which included contentes of History and Philosophy of Science during an undergraduation course would provide teachers with well-informed views for scientific education. The main objective was to identify the diferent perspectives about History of Science presented by school teachers, a teacher trainer and a researcher. Through interviews, field notes and reflections on education practices, this work has analyzed the perspectives on History and Philosophy of Science in the academic and professional background of Biology and Science teacher trainers. The replication of historical experiments in Biological Sciences classes, according to action research methodology, enabled both the characterization and the suggestion of practical activities involving the History of Science, as well as reflections on the education and teaching performance. According to the analyses of teachers'conceptions, the continuing education is extremely important for the development of History of Science topics in the classroom. The replication of historical experiments related to the teaching-learning process enabled to discuss theoretical and practical aspects about scientific knowledge.

Keywords: Teacher education, History and Philosophy of Science, Science Education, Replication of historical experiments, Reflective teachers.

SUMÁRIO

SUMÁRIO.....1

APRESENTAÇÃO: breve relato pessoal sobre o percurso formativo e as motivações para o desenvolvimento do tema da tese.....3

CAPÍTULO 1 FORMAÇÃO DOCENTE E A HISTÓRIA DA CIÊNCIA.....7

1.Introdução.....7
1.1 Percurso de pesquisa.....16
1.2 Pesquisa qualitativa e pesquisa-ação.....21
1.3 Considerações sobre a formação docente.....25
1.3.1 Constituição da identidade docente e saberes.....28
1.3.2 Profissionalização docente.....28
1.3.3 A questão do docente como intelectual ou proletário.....31
1.4 Sobre a epistemologia reflexiva na formação de professores.....33

CAPÍTULO 2 ENSINO EXPERIMENTAL E A REPLICAÇÃO DE EXPERIMENTOS HISTÓRICOS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA.....36

2 Ensino experimental em Biologia: algumas implicações metodológicas e teóricas.....36
2.1 A replicação de experimentos históricos.....37
2.1.1 Contribuições da replicação de experimentos históricos na educação científica.....44
2.1.2 A replicação de experimentos históricos de Charles Darwin na educação científica e na formação de professores de Biologia: exemplos e possibilidades.....49
2.1.2.1 Replicação de experimentos históricos na formação de professores de Biologia.....56

CAPÍTULO 3 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: ASPECTOS QUALITATIVO.....59

3.1 Pesquisa de campo em São Caetano do Sul (SP): contexto educacional.....59
3.2 Entrevistas com professoras de Ciências e Biologia: contato e procedimentos metodológicos.....61
3.3 Análises das entrevistas com as professoras de Ciências e Biologia.....63
3.4 Sobre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - SP e a História da Ciência no ensino.....67
3.4.1 Disciplina de História e Filosofia da Ciência.....70
3.4.2 A licenciatura em Ciências Biológicas do IFSP -SP e as alterações na carga horária e no oferecimento do curso de História e Filosofia da Ciência.....72
3.5 Contato com o professor formador.....73
3.6 Procedimentos metodológicos das entrevistas.....74
3.6.1 Primeira entrevista: realização e análises.....74
3.6.2 Segunda entrevista: realização e análises.....77
3.7 Formação acadêmica do formador.....81
3.8 Caracterização geral da disciplina de História e Filosofia da Ciência.....82
3.9 Atuação do professor formador no IFSP.....84

CAPÍTULO 4 PESQUISA-AÇÃO E A REPLICAÇÃO DE EXPERIMENTOS HISTÓRICOS NO IFSP- SP.....86

4.1 Contextualização da proposta de replicação de experimentos históricos.....86
4.2 Replicação de experimentos históricos no IFSP nos anos de 2017 e 2018.....88
4.2.1 Atividades realizadas no IFSP, no ano de 2017.....89
4.2.2 Atividades realizadas no IFSP, no ano de 2018.....95
4.3 Análise documental da experiência didática com a replicação de experimentos históricos para o ensino superior nos anos de 2017 e 2018.....109
4.4 Entrevistas com os estudantes.....110
4.5 Algumas considerações sobre as replicações de experimentos históricos no ensino superior, em 2017 e 2018.....112

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....115

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....116

APÊNDICES

APÊNDICE A Roteiro de entrevista semi-estruturada para professores do ensino fundamental II e ensino médio (Ciências e Biologia.....129
APÊNDICE B Roteiro de entrevista semi-estruturada para professores do ensino superior..131
APÊNDICE C Roteiro de entrevista para a devolutiva.....132
APÊNDICE D Roteiro para entrevista de licenciando em Ciências Biológicas sobre a replicação de experimentos históricos.....134
APÊNDICE E Termo de consentimento livre e esclarecido para professores.....135
APÊNDICE F Termo de consentimento livre e esclarecido para estudantes.....136
APÊNDICE G Roteiro para a realização dos experimentos históricos- 2017.....137
APÊNDICE H Tradução de fonte primária.....140
APÊNDICE I Roteiro para a realização dos experimentos históricos - 2018.....144
ANEXOS
ANEXO A Texto: As cinco teorias de Darwin. Por Dráuzio Varella.....149
ANEXO B Seleção de textos de Charles Darwin sobre a distribuição geográfica de vegetais.....151
ANEXO C Orientações para o relatório 2018.....164
ANEXO D Entrevista com o professor formador (transcrição).....165
ANEXO E Segunda entrevista com o professor formador (transcrição).....185

APRESENTAÇÃO: breve relato pessoal sobre o percurso formativo e as motivações para o desenvolvimento do tema da tese

Ao longo da minha formação escolar e acadêmica, os fascínios pela leitura e pelas ciências humanas estiveram sempre presentes. Também tive bastante convívio com a natureza e apreciava a área de Ciências Biológicas. O trabalho com a comunidade e os estágios que fiz em serviços públicos me ajudaram a ter mais empatia e a gostar de trabalhar com pessoas.

Após três anos em um curso pré-vestibular comunitário e prestando vestibular para a área de Psicologia, consegui uma bolsa integral de estudos pelo PROUNI[1], para cursar licenciatura em Ciências Biológicas, em São José dos Campos. A princípio, a minha ideia era fazer a graduação que obtive a bolsa e continuar estudando para prestar o vestibular, mas me encantei com as Ciências Biológicas.

No início da graduação, mesmo cursando a licenciatura, ser professora não estava nos meus planos, pois as pesquisas em campo, principalmente na área de ornitologia (estudo das aves) me interessavam bastante. Em 2006 também fiz estágio em uma escola municipal de São José dos Campos – SP, no ensino fundamental. Mas no último ano da graduação, em 2007, fiz os estágios obrigatórios do curso em escolas de ensino fundamental e médio (pública e particular, respectivamente), além de trabalhar como plantonista de dúvidas de Biologia em um colégio particular de ensino médio e pré-vestibular, o que me aproximou cada vez mais para a área da Educação. Em 2008, na Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), obtive a licenciatura plena em Ciências Biológicas.

O contato com o ensino despertou a atenção para o desenvolvimento de temas das Ciências e Biologia na educação. O trabalho de conclusão de curso: "Aplicação da Educação Ambiental para a conservação da avifauna silvestre brasileira", orientado pelo Prof. Dr. Alberto Resende Monteiro, resultou de um projeto desenvolvido em uma escola municipal de São José dos Campos (SP), com estudantes de 6º e 7º anos do ensino fundamental II[2], que objetivava apresentar a importância das aves no ambiente e possibilitar uma melhor percepção ambiental.

Após a conclusão da licenciatura em Ciências Biológicas, em 2009, iniciei o curso de Pedagogia, à distância, oferecido pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), do Programa Universidade Aberta do Brasil - UAB. As atividades presenciais eram feitas em um pólo educacional localizado em São José dos Campos. Nesse período, também ministrei aulas

---

[1] O PROUNI (Programa Universidade Para Todos) é um programa do Ministério da Educação que concede bolsas de estudos parciais e integrais em instituições de ensino particulares.

[2] No ano de 2007, ainda não havia sido efetivada a mudança do ensino fundamental II em 9 anos. Foram realizadas as atividades do TCC (Trabalho de Conclusão de Curso) nas 5ª e 6ª séries.

na rede estadual de educação, como professora eventual de Biologia (na modalidade ensino médio regular e EJA- Educação de Jovens e Adultos) e no curso pré-vestibular comunitário que fiz, o CASD (Curso Alberto Santos Dumont) Vestibulares, além do plantão de dúvidas de Biologia. Ou seja, trabalhava integralmente com ensino. Por isso, planejei prestar o mestrado em Ensino de Ciências, no Programa Interunidades em Ensino de Ciências, da Universidade de São Paulo. A princípio, não tinha nenhuma linha de pesquisa definida.

Em uma visita casual à Universidade de São Paulo, em um período anterior ao processo seletivo do mestrado, vi a divulgação de um evento que aconteceria no Instituto de Biociências: o Encontro de História e Filosofia da Biologia 2009, promovido pela Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia (ABFHIB). Como o tema me interessou, fiz a inscrição no evento para conhecer a área.

O Encontro de História e Filosofia da Biologia 2009 ocorreu entre os dias 19 a 21 de agosto de 2009, com sessões de trabalhos, conferência e especialmente, no último dia, uma mesa redonda sobre "A História da Biologia no ensino de Biologia" e dois simpósios sobre a "Utilização da História da Biologia no Ensino Médio". Após assistir os trabalhos sobre episódios e personagens históricos, que geralmente são citados no ensino de Biologia, fiquei incomodada com a quantidade de erros conceituais presentes nos materiais didáticos e os equívocos que chegam na sala de aula. Por exemplo, recordei-me de ver em livros didáticos, na temática Evolução, menções a August Weismann (1834-1914) como o cientista que refutou a herança de caracteres adquiridos. Como eu dei aulas de Evolução, lembro-me de citar esse equívoco nas minhas aulas, por não conhecer o episódio e os personagens históricos da controvérsia do final do século XIX entre August Weismann e Charles Brown-Séquard (1817-1894). Essa perspectiva do ensino contextual da ciência fez falta na minha formação inicial. Ficou evidente o quanto era importante o desenvolvimento de estudos de História da Ciência na formação do professor, para se ter uma visão mais crítica da ciência, facilitar a abordagem dos temas em sala de aula e compreender os processos envolvidos na construção dos conhecimentos.

Iniciei em 2010, o mestrado em ensino de Ciências, no Programa Interunidades em Ensino de Ciências, da Universidade de São Paulo (USP). Mas a orientação e a área de pesquisa em História da Biologia só foram definidas no final do primeiro semestre. Foi desafiadora a apropriação de um referencial teórico totalmente diferente do que eu tinha visto e desenvolvido durante a graduação. Passei a frequentar o grupo de pesquisa em História da Biologia e ensino, no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, coordenado pela Profa. Dra. Maria Elice de Brzezinski Prestes. Ao ler e discutir diversos textos da área sobre as potencialidades da História da Ciência no ensino, intrigou-me o fato de ter poucos trabalhos empíricos,

principalmente na área de Biologia. Por isso, ao ter contato com uma proposta didática feita a partir de um documentário e de um episódio histórico sobre a distribuição geográfica de plantas, em que Charles Darwin (1809-1882) buscou evidências da origem comum dos seres vivos, pesquisamos mais referenciais teóricos de educação e consultamos fontes primárias e secundárias. Como produto final desta pesquisa foi criada uma sequência didática para estudantes do ensino médio. A partir da validação do grupo de pesquisa[3], de licenciandos em Biologia do IB-USP e de professores da educação básica, que opinaram sobre as propostas da sequência didática, esta foi aplicada em sala de aula, para o ensino médio, em 2012.

A minha dissertação de mestrado "Darwin na sala de aula: replicação de experimentos históricos para auxiliar a compreensão da teoria evolutiva", defendida em 2013, forneceu algumas evidências do quanto a História da Ciência pode ser motivadora para o ensino de Ciências e que é possível trabalhar aspectos teóricos e práticos, no ensino de Evolução (SILVA, 2013). Foi importante observar alguns aspectos presentes na literatura da área, em relação às contribuições e dificuldades da aplicação da História da Ciência no ensino, e poder contribuir com uma sequência didática e material educativo, que os professores poderão adaptar ao seu contexto e utilizar em suas aulas de evolução.

A professora Luciana Valéria Nogueira (Lua), que aplicou a sequência didática que eu acompanhei durante o mestrado, tinha uma formação em História e Filosofia da Ciência, além de graduação em Filosofia e Biologia. Mas não é uma realidade de muitos professores da área de Ciências essa formação, autonomia e abertura em desenvolver propostas inovadoras no ensino. Por isso, no doutorado foi importante fazer algumas reflexões sobre como as políticas educacionais e as pesquisas em Ensino de Ciências repercutem no desenvolvimento da História e Filosofia da Ciência no ensino e na formação profissional de professores de Ciências e Biologia.

Ao constar nas Diretrizes Curriculares do curso de Ciências Biológicas, os aspectos históricos, filosóficos e sociológicos do conhecimento científico, particularmente os biológicos, deveriam estar presentes na formação inicial dos biólogos. Após dedicarmos a atenção a diversos aspectos da formação docente e da área de História da Ciência, elaboramos algumas reflexões que serão apresentadas nesta tese, juntamente com os dados empíricos da pesquisa. Contendo concepções sobre a \História e a Filosofia da Ciência de professores em atuação da educação básica, de um professor formador, de licenciandos em Ciências Biológicas e da pesquisadora, esta tese contribuiu para a investigação de diferentes perspectivas para reflexões e o planejamento de novas ações na educação científica.

---

[3] Grupo do Laboratório de História da Biologia e ensino. Site: http://lahbe.ib.usp.br/

Esperamos que este trabalho possibilite a mobilização de estratégias na formação de professores, em que a História da Ciência e os seus benefícios didáticos fiquem disponíveis para a aplicação na educação científica.

Capítulo 1. Formação docente e a História da Ciência

1. Introdução

Diversas pesquisas e artigos que abrangem a interface História da Ciência e Ensino de Ciências têm sinalizado o oferecimento de muitos benefícios dessa área para a educação (PRESTES; CALDEIRA, 2009; SILVA, 2013; MARTINS, 1998; MARKO;PATACA, 2019). Para a historiadora da ciência Lilian Martins, a História da Ciência pode tornar o ensino de ciências mais interessante e facilitar a aprendizagem dos conteúdos. Também pode mostrar o processo gradativo e lento da construção de conhecimentos, através de episódios históricos; mostrar o processo de desenvolvimento de conceitos até as concepções aceitas atualmente; compreender forças sociais, políticas, filosóficas ou religiosas envolvidas na aceitação ou ataque a uma proposta de ideia (MARTINS, 1998, p. 18). Por trabalhar diversos aspectos da ciência, a História e Filosofia da Ciência pode contribuir para uma visão mais informada acerca dos processos científicos e aproximar os estudantes das ações e personalidades dos cientistas. Mas principalmente, permite desenvolver tanto uma competência científica quanto didática (MARTINS, 1990), que reflete na atuação dos professores, na possibilidade de dar aulas com menos equívocos históricos, epistemológicos e conceituais. Ao se ter uma noção mais crítica do conhecimento científico, os estudantes podem perceber aspectos de uma ciência feita por seres humanos que está passível de erros (portanto, não sendo uma verdade inquestionável), não neutra e com características pessoais, no sentido de não ter um "método" único. Além de os aspectos históricos-filosóficos dos conteúdos científicos possibilitarem a articulação da temática Ciência, Tecnologia e Sociedade (SANTOS; ODETTI; OCAMPO, 2014, p. 76), muito importante para o ensino de Ciências.

A História, a Filosofia e a Sociologia da ciência podem humanizar as ciências (no sentido exposto acima, como uma atividade realizada por seres humanos) e assim torná-las mais próximas de interesses da comunidade; tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, possibilitando o desenvolvimento do pensamento crítico; contribuir para um entendimento mais holístico de conteúdo científico; e melhorar a formação do professor (MATTHEWS, 1995, p. 165). Como a História da Ciência é interdisciplinar, a compreensão de seus aspectos fica dificultada sem uma formação mais cuidadosa na área. Além disso, o acesso a materiais como fontes primárias e secundárias, bem como orientações técnicas e didáticas para realizar uma abordagem histórica em sala de aula ou montar o seu próprio material de ensino específico para a sua realidade, demanda uma preparação e estudo por parte dos professores. Nesse ponto, é interessante que os docentes conheçam alguns tópicos dessa área de pesquisa, como a diversidade de discursos historiográficos (para que escolham o que melhor

atende aos seus objetivos educacionais), estudos de caso e estratégias para se trabalhar com a História da Ciência na educação.

O desenvolvimento de um trabalho empírico **sobre** e **na** formação de professores de Biologia e Ciências, de natureza qualitativa, em relação aos aspectos históricos e filosóficos da Ciência na educação científica básica e do ensino superior, ao analisar as concepções apresentadas pelos estudantes e docentes de Biologia, possibilita um mapeamento de situações para que sejam feitas reflexões e mudanças no planejamento didático. A apresentação de diversas perspectivas da formação inicial e continuada, juntamente com a proposta e análise da replicação de experimentos históricos no ensino superior fornecem elementos para identificar as dificuldades de inserção da História da Ciência no ensino e de elaborar novas estratégias para o processo de ensino-aprendizagem.

A hipótese inicial era a de que o oferecimento de uma disciplina com conteúdos de História e Filosofia da Ciência durante a graduação proporcionaria aos professores o desenvolvimento de visões bem informadas para a atuação na educação científica. Como um objetivo geral, buscamos identificar as concepções sobre História da Ciência apresentadas por: professores que atuam na educação básica, de um professor formador e da pesquisadora. Para isso, delimitamos os seguintes objetivos específicos:

a) Caracterizar as concepções sobre História e Filosofia da Ciência, por meio de entrevistas, anotações de campo e reflexões sobre o processo de investigação das práticas educativas;
b) Qualificar a replicação de experimentos históricos no ensino superior, através da pesquisa-ação e da análise de discussões, produções textuais e entrevistas.

Para o desenvolvimento efetivo do ensino de Ciências com a aplicação da História da Ciência, no sentido de promover uma educação que contextualize os conhecimentos, motive a aprendizagem e forneça condições de uma visão crítica, dentre outros aspectos, necessita da compreensão de uma linguagem técnica e especializada, presente nos textos originais e o estabelecimento de relações dos conhecimentos científicos atuais com os do passado, por parte dos docentes (DUARTE, 2004, p. 321). O conhecimento da linguagem, termos, contextos (social, histórico e econômico) ajudariam a evitar anacronismos. Por isso, é importante a produção de fontes secundárias, traduções de textos originais e materiais didáticos, principalmente feitos por historiadores da Ciência ou por pesquisadores em História da Ciência e ensino, para que esses conhecimentos sejam mais acessíveis à sala de aula. É interessante citar também a seleção de narrativas de episódios históricos que possam exemplificar conteúdos pedagógicos, tanto para a compreensão do processo de determinados conhecimentos, quanto

para conseguir identificar nos livros didáticos os conteúdos que sejam mais apropriados para os objetivos educacionais pretendidos.

Na maioria dos currículos de Ciências, a experiência histórica fica restrita a notas de rodapé ou é desconsiderada. A observação da natureza e a investigação de fenômenos também nem sempre são realizadas (CAVICCHI, 2008, p. 718). Possibilitar debates, observação e investigação relacionando-os com a História, experimentos e Ciências provavelmente irá gerar engajamento dos estudantes. Além disso, permite também a percepção da inter-relação de temáticas que geralmente são tratadas sem conexão.

Na literatura, defende-se que os professores de ciências não se limitem apenas com os conteúdos científicos em sala de aula, mas que acessem também conteúdos meta-científicos, que podem ser trabalhados através de concepções de Natureza da Ciência (DURBANO; PRESTES, 2013, p. 236). Nas atividades sobre aspectos da Natureza da Ciência, exemplos da história da ciência são úteis para gerar discussões e compreender sua natureza contextual (CLOUGH; OLSON, 2008, p. 144 apud FERREIRA, 2013). Apesar de encontrarmos em trabalhos da área a indicação da História da Ciência como um referencial teórico e instrumental prático para abordar a Natureza da Ciência no ensino, ainda há dificuldades de se colocar em prática, devido à falta de formação do professor e a ausência de materiais adequados para o ensino (FORATO, 2009, p. 2). Por Natureza da Ciência, para fins didáticos, adotaremos simplificadamente a definição de um conjunto de aspectos almejados na ciência, considerando um determinado tempo e contexto.

Não há um consenso entre os filósofos da ciência sobre a definição de Natureza da Ciência. Por ser complexa e dinâmica, ainda que haja uma certa concordância entre epistemólogos sobre a descrição da prática científica, não se chega a uma conclusão sobre as especificações de como a ciência deveria ser. Por isso, o uso de conceitos únicos, rígidos e universais sobre a Natureza da Ciência não são recomendáveis. Por outro lado, pode-se afirmar que posturas extremas como o realismo ingênuo e a visão empírico-indutivista[4] devem ser problematizadas na formação inicial de professores de ciências (HENRIQUE; SILVA, 2013, p. 220-221). A formação dos professores permite uma melhor problematização dos aspectos de Natureza da Ciência, trazendo mais segurança para a condução das discussões e para a apresentação da multiplicidade de visões e posicionamentos. Apesar de não haver consensos, o

[4] O realismo ingênuo aqui mencionado trata-se da crença de as impressões dos sentidos permite o acesso a uma realidade verdadeira, em que os cientistas fazem observações neutras e objetivas, desvendando a natureza, independente dos conceitos teóricos do observador. A visão empírico-indutivista é referente à dependência que a observação tem da teoria (HENRIQUE; SILVA, 2013, p. 218)

conhecimento desenvolvido durante as argumentações pode guiar os educandos na escolha de suas opiniões a respeito da atividade científica.

A inclusão da História e Filosofia da Ciência nos currículos de cursos relacionados às ciências naturais pode auxiliar tanto os professores, quanto os estudantes, a aperfeiçoarem as concepções sobre a natureza do conhecimento científico e para entenderem (e reconhecerem) os momentos em que ocorrem transformações na Ciência e em suas teorias. É importante também para desmitificar o saber como algo dogmático, fechado e pronto (DELIZOICOV, N.; DELIZOICOV, D, 2012, p. 230). Esse contato com a História e Filosofia da Ciência na formação dos professores de Ciências seria essencial para a percepção da construção científica como resultante de um contexto com fatores históricos, sociais e econômicos, realizado por pessoas que possuem crenças, falhas e personalidade. Ou seja, a ciência não é neutra e pode ser estabelecida por uma série de condições voluntárias ou involuntárias.

Ações oficiais e não oficiais atuais na área de Educação têm procurado inserir abordagens de aspectos sociais, culturais e histórico no ensino de Ciências, por exemplo, com a temática de História da Ciência nos currículos. Aparecem menções nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM), na parte III dedicada às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias destacando uma dimensão sociocultural do conhecimento científico e listando competências e habilidades desejáveis na formação dos estudantes. Encontra-se também em Diretrizes Curriculares para os cursos de graduação (como a que será tratada abaixo, dos cursos de Ciências Biológicas) intenções semelhantes em relação ao tratamento dos aspectos históricos, filosóficos e sociológicos das ciências na formação de profissionais (OKI; MORADILLO, 2008, p. 68; ALVIM; ZANOTELLO, 2014, p. 349; MARTINS, 2012).

Considerando que as Diretrizes Curriculares Nacionais para Formação de Professores da Educação Básica (DCN-FP) devem ser aplicadas a todos os cursos de licenciatura em conjunto com as diretrizes curriculares de cada licenciatura específica, buscou-se nesses documentos menções a aspectos históricos e filosóficos da ciência. Encontramos mais especificamente no parecer CNE/CES 1.301/2001 que aprovou as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas, fornecendo orientações para a formulação dos projetos pedagógicos da licenciatura e bacharelado nas instituições de ensino superior. Dentre os conteúdos curriculares básicos de Ciências Biológicas, é mencionado:

> FUNDAMENTOS FILOSÓFICOS E SOCIAIS: Reflexão e discussão dos aspectos éticos e legais relacionados ao exercício profissional. Conhecimentos básicos de: História, Filosofia e Metodologia da Ciência, Sociologia e Antropologia, para dar

> suporte à sua atuação profissional na sociedade, com a consciência de seu papel na formação de cidadãos. (BRASIL, 2001, p. 6)

Analisando todos os conteúdos curriculares básicos dessas Diretrizes Curriculares, esse é o único tópico que apresenta aspectos relacionados às ciências humanas. Além dos aspectos éticos relacionados à profissão, pressupõem-se que os conhecimentos básicos de "História, Filosofia e Metodologia da Ciência, Sociologia e Antropologia" estruture a atuação dos biólogos na sociedade. Mas não estão claras e detalhadas as orientações para que isso ocorra, por exemplo, sobre qual seria o papel de cada uma das ciências mencionadas (História, Filosofia etc), de acordo com o seu ramo de pesquisa e atuação e, ainda, em relação ao tempo didático ideal para o desenvolvimento dessa abordagem de ensino. Com a atuação na sociedade, os biólogos também deveriam se conscientizar sobre a sua responsabilidade na educação de cidadãos, seja no ensino básico, superior ou em espaços não formais.

No ensino de Ciências é essencial considerar ações de divulgação científica. Novamente, no documento, nada é pontuado que o trabalho dos cientistas não ocorre independentemente da sociedade em que vivem e, portanto, possui características de seu contexto histórico. Por isso, é fundamental que sejam tratados os aspectos culturais e históricos da produção do conhecimento científico na educação científica (ALVIM; ZANOTELLO, 2014, p. 350). Neste caso, vemos a colaboração de algumas áreas indicadas acima nas Diretrizes Curriculares como essenciais para a contextualização no ensino de Ciências, que possibilita uma melhor compreensão dos conceitos e atividades.

Além da potencialidade interdisciplinar na educação científica, as reflexões sobre a História da Ciência podem conscientizar os próprios cientistas sobre a natureza de sua atividade (ALVIM; ZANOTELLO, 2014, p. 354). Apesar da responsabilidade de socialização de conhecimentos não se restringir aos cientistas, a eles cabem as funções ética, profissional e cidadã de informar a população sobre os seus trabalhos. Por isso é interessante uma parceria que promova a articulação entre os profissionais que produzem ciência com os que divulgam os conhecimentos científicos. Mas além disso, a promoção do acesso ao saber científico é dever de vários tipos de profissionais e responsabilidade de toda a sociedade (KRASILCHIK; MARANDINO, 2007, p. 33). Portanto, os estudantes de Ciências Biológicas, de bacharelado ou licenciatura, precisarão obter uma formação que possa contemplar esses aspectos, seja qual for a sua área de atuação.

Uma outra questão importante a ser pontuada, é o espaço que as disciplinas com conteúdos históricos e filosóficos tem durante o curso de formação inicial: será que é atribuída e considerada a relevância de tais assuntos? O oferecimento destes são obrigatórios ou eletivos? Visto que as orientações para a presença da História e Filosofia da Ciência na formação de

biólogos e professores de Ciências é relativamente recente (como foi exposto acima, em 2001) qual é o legado disso nas licenciaturas? Com a cultura de racionalidade técnica que predomina nos cursos, as condições para o desenvolvimento de aspectos históricos e filosóficos da ciência, como a carga horária, material e preparação didática são considerados? Esses pontos emergiram de uma análise mais detalhada sobre todo o tema.

Como vimos, há orientação nas Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de Ciências Biológicas de conteúdos de História da Ciência. Mas mesmo que estejam presentes na formação docente inicial, como esse conhecimento aparece na atuação profissional? No caso de licenciandos, essa formação é suficiente para que se reflita nas práticas da educação básica? Com essas questões, buscamos os primeiros dados desta tese com professores de Ciências e Biologia, para uma investigação inicial sobre a relação entre a formação inicial em História e Filosofia da Ciência e os reflexos na atuação em sala de aula.

Após reflexões sobre a prática pedagógica dos professores no ensino básico, revelou-se que a História da Ciência, muitas vezes, é omitida ou trabalhada com uma concepção do progresso científico como cumulativo e linear. Alguns desses professores, também consideraram a sua formação em História da Ciência como insuficiente (DUARTE, 2004, p. 326). Essa maneira de lidar com os conhecimentos científicos, sem contextualizá-los e apresentando-os de uma forma que se desenvolvem sucessivamente de modo exemplar e perfeito são características de uma educação científica tradicional. A possibilidade de os professores não terem tido acesso a uma formação atualizada faz com que eles não trabalhem aspectos contextuais da ciência ou quando citam alguns aspectos da natureza do conhecimento científico, os apresentem de uma maneira equivocada. Isso é problemático, visto que cada vez mais é cobrada uma formação para a cidadania através de práticas inovadoras. Portanto, a inserção da História da Ciência no currículo de formação de professores de Ciências, pode fornecer uma visão mais crítica do modo como os conhecimentos científicos são construídos e aceitos pela comunidade e proporcionar mais segurança e autonomia aos futuros professores para o desenvolvimento desses assuntos.

A existência de disciplinas que trabalham História e Filosofia da Ciência (HFC) na formação inicial por si só, pode não dar conta da incorporação de ações que fazem a interface da HFC com o ensino, de modo a estar presente nas futuras práticas pedagógicas dos licenciandos (SCHIMIEDECKE, 2016, p. 41-42). André Martins (2007) concluiu em seu estudo, que não basta o oferecimento de disciplinas de HFC nas licenciaturas pois o conhecimento apenas do conteúdo (ainda que esse conteúdo seja o histórico e filosófico) sem o desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo (MARTINS, 2007, p. 127) não são tão efetivos para o ensino. Por isso, é necessário um planejamento cuidadoso antes da

apresentação de conteúdos históricos e filosóficos da ciência na formação de professores, com exemplos práticos e episódios históricos que sejam úteis para atuação nas disciplinas científicas.

A quantidade de pesquisas em História e Filosofia da Biologia no ensino, no Brasil, têm crescido (AUGUSTO; BASÍLIO, 2018). Há subsídios produzidos por especialistas para a aplicação da História e Filosofia da Ciência no ensino, mas ainda há muitos aspectos a serem trabalhados para a promoção de uma boa formação de professores e de uma presença maior de aspectos históricos da ciência em níveis acadêmicos. O esclarecimento sobre aspectos históricos e filosóficos da Ciência por parte dos professores pode auxiliar na inserção da História e Filosofia da Ciência na sala de aula, de modo a trazer as contribuições já citadas acima. Mas é preciso atentar-se para situações em que a História da Ciência pode dificultar a obtenção de uma visão mais informada sobre a ciência. Roberto Martins (1990) cita três contra-exemplos de aplicação de História da Ciência no ensino:

1) Textos com cronologia, pouco informativa e não útil: são textos geralmente com narrativa linear, contendo datas, nomes, épocas e descobertas de forma pouco expressiva. Além de não despertar a atenção e motivação para a aula, não constitui informação relevante para um ensino significativo[5]. A ênfase em um caráter mais memorístico e descritivo dificulta o desenvolvimento e compreensão de aspectos mais complexos da História da Ciência.

2) Anedotas (reais ou inventadas) sobre cientistas: quando são contadas histórias reais ou fictícias sobre os cientistas, contextos e realizações, com o objetivo de "animar" ou "enfeitar" a aula**.** Quando se destaca um determinado ponto da história dos cientistas, seja ele inventado ou não, para atrair o interesse dos alunos, o efeito pode ser justamente o inverso. Mudar o foco do desenvolvimento contextual do conhecimento para observações pontuais sobre os cientistas desperdiça tempo e estratégia pedagógica.

3) História da Ciência como elemento de intimidação ou argumento de autoridade: nesse aspecto utiliza-se um cientista importante para afirmar sentenças como sendo verdadeiras e inquestionáveis. Neste exemplo, reforça-se a Ciência como infalível, única e composta por conhecimentos prontos, acabados e irrefutáveis. Então, nessa concepção de História da Ciência, só há acertos e o que for falado é a "verdade".

Esses três contra-exemplos nos fornecem uma amostra da importância de se planejar as intervenções de História da Ciência no ensino, para que a sua aplicação não tenha resultados adversos. O anacronismo, abordagens extremamente descritivas e memorísticas, o reforço de

[5] Por ensino significativo, temos por base a concepção de aprendizagem significativa, que foi um elemento central na teoria de aprendizagem de David Paul Ausubel (1918-2008), em que um novo conteúdo é assimilado pelos estudantes e adquire significado a partir da relação com o seu conhecimento prévio. Esse conceito de aprendizagem se opõe a uma aprendizagem mecânica ou repetitiva (PELIZZARI et al, 2001-2002, p. 38)

estereótipos, a apresentação de uma história mitificada e de uma Ciência infalível também podem confundir mais do que envolver uma boa compreensão dos aspectos históricos, filosóficos e sociais da ciência.

Segundo Alvim e Zanotello (2014), tradicionalmente coloca-se a História das Ciências como dispositivo didático para o ensino de Ciências. Dessa forma, é apresentada uma imagem utilitarista e acessória da história, em que uma sucessão de anedotas e cronologias serviriam para ilustrar os conteúdos científicos ou "eliminar o enfadonho da aprendizagem de ciências." (ALVIM; ZANOTELLO, 2014, p. 353). Assim como os autores, concordamos que esse modo de conduzir o processo de ensino-aprendizagem empobrecem a potencial contribuição da História da Ciência de fomentar a reflexão e cidadania. A educação científica quando bem planejada não discute e apresenta os conhecimentos como distantes do cotidiano ou como uma ciência cheia de conceitos em que é necessário decorar, sem necessariamente compreender. Por isso, acreditamos em uma abordagem da História da Ciência que possa contribuir com a reflexão e senso crítico:

> [...] quando a ciência passa a ser entendida como produção humana em processo e seu discurso percebido como uma importante ferramenta política e econômica, seu ensino assume um papel primordial na educação, incentivando uma postura mais crítica, reflexiva e cidadã, transformando o ensino de ciências em educação científica (ALVIM; ZANOTELLO, 2014, p. 353).

A História da Ciência contribui com uma reflexão histórica sobre a produção do conhecimento em questão, relacionando os aspectos sociais, culturais, intelectuais, religiosos e econômicos. Considerando uma vertente historiográfica em História da Ciência que busque contextualizar a prática científica e o impacto social da ciência e da tecnologia, em que temos historiadores preocupados em elaborar uma versão do processo de construção dos conhecimentos científicos e não de julgar (ALVIM; ZANOTELLO, 2014, p. 351-352), temos condições de proporcionar um cenário reflexivo para a formação de estudantes e professores de Ciências.

Em diversos exemplos sobre a possibilidade de inserção da História da Ciência no ensino, é perceptível a importância da formação dos professores para que ela ocorra de maneira significativa. Ao contrário do que ocorre com a Educação em Ciências, que no Brasil possui vários oferecimentos nos cursos de licenciatura, é nula a oferta de cursos de graduação em História da Ciência. Historiadores e educadores da Ciência são de campos de conhecimento distintos, com diferentes significações, objetivos, métodos e motivações envolvidas quando promovem a integração entre História da Ciência e o Ensino de Ciências. Por isso, é importante a compreensão do que historiadores e educadores da ciência possuem considerações diferentes

em relação à aproximação das duas áreas (SCHIMIEDECKE, 2016, p. 21- 23), de modo a pensar em possibilidades formativas que diminuam as dificuldades de integração dessas áreas na educação. Atualmente, a formação em História da Ciência, pode se dar de maneira mais aprofundada, em cursos de formação continuada, em cursos de extensão ou pós-graduação. Mas pensando na formação inicial, como um primeiro contato dos professores com a área de História da Ciência como seria o tratamento dado a esse conteúdo? Qual(is) a(s) concepção(ões) de Ciências trabalhada (s)? Como se daria a análise crítica dos conceitos e procedimentos científicos para gerar uma maior participação no cotidiano, considerando também os aspectos éticos? Há formadores de professores em número suficiente para a demanda nacional, nas licenciaturas?

Além das questões acima, ao refletir sobre a temática de História e Filosofia da Ciência, vislumbrou-se que durante a formação de professores, no curso de Ciências Biológicas, além das disciplinas específicas, há também as pedagógicas e didáticas da área. Como problemas de pesquisa, foram pensados: a perspectiva histórica na formação dos professores é considerada para a discussão dos tópicos? A inserção da História e Filosofia da Ciência como conteúdos no currículo de um curso para a formação de professores garante que ocorram aplicações que se refletem ao longo do ensino superior e na prática docente? Qual o papel que a disciplina de HFC tem no currículo de Ciências Biológicas? Como é possível dar um enfoque prático, a partir da teoria?

Após uma breve apresentação, dividimos a tese em quatro capítulos, de acordo com os assuntos tratados, em que constam: uma explanação teórica, os procedimentos metodológicos de observação, análise de dados, os resultados encontrados e considerações finais.

No primeiro capítulo, além da apresentação do percurso da pesquisa, discutimos a História da Ciência na formação de professores de Ciências e Biologia através de uma análise teórica sobre o contexto de desenvolvimento da pesquisa em educação no Brasil e a formação de professores de Ciências. Sobre a formação de professores, fizemos considerações sobre a formação inicial e continuada, os saberes docentes e a epistemologia reflexiva.

Sobre a questão dos experimentos na educação científica, o que é a replicação de experimentos históricos e as práticas científicas, bem como experiências na formação de professores de Biologia são tratados no capítulo 2.

No capítulo 3, apresentamos a análise de dados das entrevistas com professoras de Ciências e Biologia, de uma rede municipal de ensino e com o professor formador, sobre as concepções sobre História da Ciência e ensino. Analisamos também a institucionalização da História das Ciências no IFSP no ensino médio e na licenciatura em Ciências Biológicas. Neste

tópico, descrevemos o processo de criação de disciplina e as modificações realizadas até o contexto da pesquisa.

As informações sobre as coletas e análises de dados referentes às replicações de experimentos históricos nos anos de 2017 e 2018, no Instituti Federal de Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP – SP) são detalhadas e discutidas no capítulo 4. Os dados dos relatórios, as anotações de campo e as entrevistas realizadas com os estudantes no final da pesquisa-ação auxiliaram na elaboração de reflexões e sugestões para o planejamento da replicação de experimentos históricos em sala de aula. Com isso, finalizamos a tese com a análise de perspectivas sobre História e Filosofia da Ciência dos formadores de professores, com uma ênfase reflexiva.

1.1 Percurso de pesquisa

A seguir, apresentaremos como foi o processo da pesquisa, de modo a detalhar no percurso as decisões metodológicas, modificações e realizações. Consideramos relevante isso por se tratar de uma pesquisa-ação, em que as experiências, mudanças de concepções e reflexões são importantes para a compreensão do desenvolvimento da pesquisa e de seus resultados.

Em 2015, o projeto de doutorado[6] "A implementação da História da Biologia nos cursos de licenciatura em Ciências Biológicas", tinha como objetivo investigar a interpretação e a implementação da indicação de conteúdos curriculares básicos de História, Filosofia e Sociologia da Ciência pelas Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas. Fizemos um levantamento preliminar no primeiro semestre de 2015, em que foram pesquisadas as instituições públicas de licenciatura, na modalidade presencial. Foram encontrados os registros de 641 cursos de graduação e pesquisamos na internet alguns currículos de cursos de Ciências Biológicas. formando uma amostra com 45 universidades. A partir da pesquisa, do total da amostra, conseguiu-se acessar nos sites o currículo de 44 dessas universidades. Encontramos 29 currículos com 47 disciplinas relacionadas a História, Filosofia ou Sociologia da Ciência e algumas relacionadas especificamente com História e Filosofia da Biologia. Estes dados obtidos foram úteis para se ter uma dimensão dos registros dos cursos de Ciências Biológicas no Brasil, no início da pesquisa, e de que a História e/ou Filosofia da Ciência estava presente na formação de Ciências Biológicas mais do que era esperado. Ao longo do percurso

[6] Desenvolvido no Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências e no Laboratório de História da Biologia e ensino.

da pesquisa do doutorado, dentre diversas mudanças e adaptações, sempre estiveram presentes as temáticas de História da Ciência e formação de professores.

Foram encontradas em maior quantidade as disciplinas de Filosofia da Ciência, História e Filosofia da Ciência, História da Biologia e História e Filosofia da Biologia.

Disciplinas com caráter específico em Biologia, tanto História, Filosofia ou essas áreas associadas ao ensino, são oferecidas em universidades de quase todas as regiões do Brasil, conforme pode ser visto na tabela 3. Nesta busca, não foram encontradas disciplinas que relacionassem Sociologia da Biologia e Sociologia da Biologia e ensino.

Tabela 1. Disciplinas específicas em História e Filosofia da Biologia e as universidades em que são oferecidas.

Disciplina	**Universidades**
História da Biologia	USP – Ribeirão Preto (SP) USP – SP UFRN – Natal (RN) UFSC (SC)
História da Biologia e ensino	USP - SP
Filosofia e História da Biologia	FURG – Rio Grande (RS) UFMS – Campo Grande (MS) Unesp – Ilha Solteira (SP) UFSCar – Sorocaba (SP)
Filosofia da Biologia	USP – SP UFSC (SC)

Fonte: elaboração própria.

Quando ocorreu o planejamento da pesquisa preliminar das disciplinas nos currículos dos cursos de Ciências Biológicas, a expectativa era de que não houvesse muitos cursos relacionados à História e Filosofia da Biologia, mas em área geral da Ciência ou de conhecimentos epistemológicos. Das áreas de História, Filosofia e Sociologia com uma interface educativa, foi encontrado apenas um registro de História da Biologia e ensino.

De acordo com os dados preliminares obtidos, aspectos sociológicos da ciência foram encontrados em apenas uma disciplina. A Sociologia da Ciência, embora tenha recomendações em documentos oficiais é pouco encontrada nos cursos de Ciências Biológicas. Disciplinas com a interface entre História e Filosofia da Biologia e Ensino de Biologia no Brasil ainda são poucos. Mas há uma tendência de crescimento da área com o aumento de cursos oferecidos com essa temática.

Apesar da concentração nas regiões Sudeste e Sul do Brasil, considerando a densidade populacional e a situação econômica, a área de História e Filosofia da Biologia não é tão mal representada nas outras regiões do Brasil.[7]

Ao final de 2015, no projeto, o novo objetivo de pesquisa era saber se tinha, o quanto tinha e como era desenvolvida a História da Ciência na formação de professores.Além disso, iríamos verificar os limites e possibilidades dos cursos, em relação ao que preconiza as Diretrizes Curriculares. Mas para ampliar a pesquisa das disciplinas de forma mais sistemática, foram pensados outros critérios para um levantamento exaustivo de cursos de História da Biologia e suas contribuições. O foco da pesquisa estava se expandindo muito e por limitações de tempo e financeiras, não seria possível a conclusão da pesquisa no tempo do doutorado. Também, de acordo com o desenvolvimento da pesquisa, questionamos a efetividade dos dados quantitativos e de sua significação para a compreensão do tema.

Para o exame de qualificação, realizado em outubro de 2016, foi apresentado um trabalho com uma ênfase mais qualitativa: "História da Ciência na formação inicial: percepções de professores de Ciência e Biologia". Como a intenção era a de verificar como as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas (Resolução CNE/CES/2002) foi interpretada pelos novos projetos pedagógicos dos cursos de licenciatura, em relação à inclusão de aspectos históricos, filosóficos e sociológicos da Ciência na formação dos biólogos, selecionamos um perfil de professores a serem pesquisados: docentes de Ciências e Biologia em exercício da função, formados a partir de 2002. Foi escolhido o município de São Caetano do Sul, da região do ABC do estado de São Paulo por seu Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) ser alto (0,862, pelos dados de 2013), fator que destaca a cidade em um cenário de boas condições para o ensino.

Após o contato com a direção ou coordenação pedagógica das escolas, foram indicados os professores que tivessem o perfil delimitado na pesquisa. Entramos em contato, explicando os objetivos da pesquisa e verificando a disponibilidade e interesse de participação. O objetivo era o de entrevistar os docentes da rede municipal de ensino sobre as suas percepções em relação à sua formação inicial, principalmente em relação ao contato ou ausência da História da Ciência durante a graduação em Ciências Biológicas. Como a intenção inicial era a de verificar a interpretação das Diretrizes Curriculares no curso de Ciências Biológicas.

---

[7] Esses dados foram apresentados no Meeting of International Society for the History, Philosophy and Social Studies of Biology, que ocorreu entre os dias 5 e 10 de julho de 2015, em Montréal – Canadá, no trabalho intitulado History of Biology as a curricular component in teacher education in Brazil (SILVA; PRESTES; BIZZO, 2015).

Conseguimos entrevistar três professoras, no fim de 2016. Como estava no fim do ano e era um período de transição do governo municipal, foi difícil o contato com mais professores. As perspectivas de formadores de professores sobre a História e Filosofia da Ciência na formação dos biólogos já era considerada para a pesquisa, mas passou a ser o foco do trabalho a partir desses resultados.

Em novembro de 2016, durante o 15º Seminário Nacional de História da Ciência e de Tecnologia, da Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC) conheci o prof. Dr**.** José Otávio Baldinato, docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – SP (IFSP-*câmpus* São Paulo). Dentre as várias disciplinas que ministra no ensino médio, graduação e mestrado, leciona História e Filosofia da Ciência, na licenciatura do curso de Biologia. Em dezembro de 2016, realizamos uma entrevista semi-estruturada sobre a abordagem da temática na formação inicial de professores. Após a entrevista, estabelecemos um bom contato profissional sobre a História da Biologia e a interface com o ensino.

No primeiro semestre de 2017, no IFSP -SP, foi o primeiro oferecimento da disciplina de História e Filosofia da Ciência após a diminuição do tempo didático pela metade, o que acarretou algumas modificações na dinâmica do curso. Por exemplo, foi incluída a temática de replicação de experimentos históricos, em que tive a oportunidade de participar na regência de algumas atividades com os estudantes. O professor José Otávio me convidou para falar sobre a minha dissertação de mestrado, que foi sobre a replicação de experimentos históricos e ensino de Evolução e também disponibilizou o acesso à sala de aula, para que eu acompanhasse as aulas da disciplina de História e Filosofia da Ciência no curso de Biologia. Acompanhei algumas aulas e realizei, em maio, duas aulas sobre a replicação de experimentos históricos como estratégia didática para se trabalhar a História da Ciência no ensino, na licenciatura em Ciências Biológicas. Uma delas foi no laboratório, com a realização do primeiro momento da atividade prática sobre as hipóteses elaboradas pelos estudantes, sobre a situação-problema que Charles Darwin (1809-1882) buscou evidências, sobre a distribuição geográfica das espécies vegetais.

Em março de 2017, delimitamos um novo foco qualitativo para a tese: as perspectivas dos docentes que desenvolvem História e Filosofia da Ciência na formação de professores de Ciências e Biologia, através de entrevistas. Entramos em contato com uma professora-pesquisadora da área, que leciona para o curso de Ciências Biológicas, em uma universidade pública estadual de São Paulo. O critério de escolha foi um contato prévio favorável a realização da pesquisa. Por questão de sigilo, combinado durante a apresentação dos termos de

consentimento livre e esclarecido, a professora solicitou que não a identificasse. Portanto, demos o nome fictício de **Bertha**[8], para se referir a ela.

Entramos em contato com a professora Bertha em março de 2017 por e-mail, explicando sobre alguns objetivos da pesquisa e consultando sobre o seu interesse em participar. Ao ter uma resposta positiva, enviamos por e-mail o roteiro da entrevista e combinamos por telefone uma data, após conversarmos sobre as disciplinas cursadas durante a graduação. A entrevista com a professora Bertha foi realizada em sua sala, no dia 06 de abril de 2017. Conversamos sobre a sua formação inicial, motivações e a atuação na área de História e Filosofia da Ciência[9].

No fim de abril de 2017, iniciou-se um processo de transferência de orientação desta tese, que foi concluído em junho. Com uma nova orientação, grupo de pesquisa e referenciais, muitas mudanças na tese foram realizadas. Em setembro de 2017, chegamos ao título: "História e Filosofia da Ciência no ensino: perspectivas qualitativas de formadores de professores, docentes de Ciências e Biologia da educação básica e de pesquisadora acadêmica". Nesta nova fase, delimitamos a análise de aspectos qualitativos das perspectivas de todos os professores participantes. Os dados de todas as entrevistas realizadas foram transcritos e pré-analisados. Organizamos quadros de análises dos dados das entrevistas com professores do ensino superior (julho de 2017) e dos docentes da educação básica (agosto de 2017), de modo a comparar as respostas de cada pergunta do roteiro semi-estruturado e de particularizar perspectivas pessoais.

Ao perceber a potencialidade dos experimentos históricos para o ensino de Ciências após a minha dissertação de mestrado, me incomodava ler afirmações teóricas e radicais de que as replicações seriam atividade fechadas e obsoletas, se limitando a reproduzir "receitas" com conteúdos ultrapassados. Além das evidências que obtive, da replicação de experimentos históricos como fator motivacional para as aulas, tanto pelo fato de os estudantes se sentirem importantes por refazerem experimentos de "cientistas" da área de Biologia, quanto pela atividade prática ser diferente do que eles estavam acostumados a fazer no laboratório (SILVA, 2013, p. 78). Essa diferença da prática seria a de se deparar com questões que foram enfrentadas na realidade e de colocar em ação as hipóteses que eles mesmos elaboraram. Somado a isso, tem a questão reflexiva e a possibilidade de aumentar o senso crítico, que geralmente decorrem da aplicação da História da Ciência na educação. Após diversas conversas, contato com a replicação de experimentos históricos no IFSP e pela recomendação da Profa. Ermelinda, retomei esse tema de pesquisa na tese.

---

[8] O nome Bertha foi uma homenagem à Bertha Maria Julia Lutz (1894-1976), por ter sido importante e trazido contribuições significativas para a educação e o meio científico brasileiro, no século XX.

[9] Posteriormente optamos por utilizar somente os dados da entrevista do prof. José Otávio Baldinato, pelo contexto em que se desenvolveu a pesquisa, de avaliar a problemática situação de redução da carga horária da disciplina de História e Filosofia da Ciência, na licenciatura em Ciências Biológicas.

Por questões de saúde e pessoais, o doutorado foi trancado por um período de um ano. Embora o curso tenha sido interrompido em relação à contagem do prazo, as leituras referentes ao tema e o desenvolvimento da pesquisa continuaram a ser feitas. No início de 2018, tive contato com textos sobre a metodologia da pesquisa-ação e com as ideias de John Dewey ligadas à pesquisa educacional. Por considerar interessante a proposta de prática na educação realizamos um aprofundamento. Mas ao perceber o pragmatismo proposto e a ênfase apenas na prática, buscamos outros referenciais teóricos que dessem conta de falar sobre a interdependência entre a teoria e a prática. Em busca de uma melhor compreensão sobre os aspectos reflexivos, foram consultados outros autores que também apresentam trabalhos sobre o tema, como Schön (1992), Zeichner (1993), Perrenoud (2002), Pimenta e Ghedin (2008). No fim do primeiro semestre deste mesmo ano, consideramos a possibilidade de se trabalhar com uma perspectiva reflexiva na formação de professores. Essa busca por um referencial diferente do que foi desenvolvido durante o mestrado, ajudou a aprimorar a minha formação docente, expandir meus conhecimentos pedagógicos e relacionar novas investigações acerca da História da Ciência e formação de professores.

Durante o primeiro semestre de 2018, acompanhei novamente as aulas da disciplina de História e Filosofia da Ciência, no IFSP-SP. Com a experiência do primeiro oferecimento da disciplina, o professor José Otávio fez reformulações em alguns conteúdos, mas foi mantida a aula prática com a replicação de experimentos históricos. Como tínhamos as gravações de áudio das aulas de replicação que ocorreram no primeiro semestre de 2017, que funcionou como um estudo piloto, pensamos em desenvolver uma pesquisa-ação para a análise dessa nova aplicação. As aulas referentes à replicação de experimentos históricos foram gravadas em áudio e registradas através de fotografias. As aulas que trataram sobre a temática da replicação de experimentos históricos se iniciaram em abril e foram finalizadas em junho de 2018.

No início de abril de 2018, fizemos a devolutiva da primeira entrevista com o prof. José Otávio, que foi em forma de entrevista. Foi interessante para compreender melhor o que foi discutido desde o fim de 2016 e perceber as modificações nas perspectivas sobre História da Ciência, ao longo das experiências. No último dia de aula da disciplina, no dia 29 de junho de 2018, entrevistei também alguns estudantes que se voluntariaram a partilhar o processo vivenciado com a replicação de experimentos históricos, o que nos proporcionou mais materiais para a análise reflexiva.

1.2 Pesquisa qualitativa e pesquisa-ação

De acordo com a literatura consultada, delimitamos esta pesquisa com um foco qualitativo, pois o estudo se desenvolveu a partir de uma situação própria e concreta, sendo

repleto em dados descritivos. Além disso, a pesquisa teve um plano aberto e flexível, com o propósito de focalizar os fatos de forma complexa e contextualizada (MENGA; ANDRÉ, 1986, p. 18). Segundo Bogdan e Biklen (1994), a investigação qualitativa tem cinco características: **1) a fonte direta de dados é o ambiente natural e o investigador é o "instrumento" principal; 2) é descritiva; 3) os investigadores qualitativos se interessam mais pelo processo do que pelos resultados ou produtos; 4) os investigadores tendem a analisar os seus dados de forma indutiva; e 5) o significado é de importância vital na abordagem qualitativa** (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 47- 50). A realidade educacional no ensino superior quanto a aspectos pedagógicos e experiência docente, tal como se apresentou, foi fundamental para a reflexão sobre alguns aspectos históricos e filosóficos da Ciência na formação de professores de Biologia. Com o acompanhamento das aulas de História e Filosofia da Ciência e da replicação de experimentos históricos na licenciatura em Ciências Biológicas do IFSP- SP, nos anos de 2017 e 2018 e entrevistas com o professor formador nos anos de 2016 e 2018, foi possível coletar dados para a realização da pesquisa-ação.

A pesquisa-ação se inicia de problemas práticos, possibilitando uma reflexão sistemática na ação com os participantes da pesquisa e em colaboração (SANDÍN ESTEBAN, 2010, p. 170-172). Identificamos uma problemática, quando houve a redução pela metade da carga horária da disciplina de História e Filosofia da Ciência, na licenciatura de Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – SP (campus São Paulo). Como a disciplina devia contemplar História e Filosofia da Ciência, dois assuntos complexos e difíceis de serem resumidos ou trabalhados de forma ligeira, a redução demandaria um novo planejamento das aulas por parte do professor formador, através de algumas escolhas teóricas e práticas. Por isso, o acompanhamento dessa situação com a inserção da replicação de experimentos históricos foi o foco da nossa pesquisa-ação.

Um dos aspectos da pesquisa-ação tem como prioridade a melhoria das práticas. Quando é orientada para a prática educacional, o seu objetivo não é acumular conhecimentos sobre o ensino, mas em colaborar com informações que possam ajudar na tomada de decisões e em processos de mudança para a melhoria (SANDÍN ESTEBAN, 2010, p. 167). Portanto, a pesquisa-ação na educação é o estudo das nossas próprias práticas educacionais, em busca da melhor compreensão de uma problemática, resultando em informações e estratégias para resolvê-la. As práticas são resultantes de um projeto coletivo, a partir de reflexões e consciência dos educadores para a ação. Como é uma atividade de pesquisa e ensino, contribui para a formação de professores críticos e reflexivos, pois o processo de investigação, avaliação e melhoria de sua prática permite a produção de conhecimento prático sobre o ensino.

Segundo Michel Thiollent (2011):

> [...] a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo. (THIOLLENT, 2011, p. 20)

Além da escolha de uma pesquisa que colaborasse para a reflexão das informações de uma realidade educacional e as particularidades dos conteúdos a serem trabalhados no ensino superior, o cunho colaborativo acrescentou aprendizagem através de formação continuada do professor formador e da pesquisadora. O planejamento de estratégias educacionais, a consideração de possibilidades e a organização de perspectivas possibilitou a análise de um problema, no próprio ambiente escolar. A integração entre a pesquisa e a formação no contexto acadêmico, com as reflexões, intervenções, avaliações e reavaliações trouxe contribuições práticas para a mudança de carga horária da disciplina.

Nesta pesquisa-ação, após contato estreito e prolongado da pesquisadora com o meio social e de ações pedagógicas que articularam o conhecimento e a ação, potencializou-se a aprendizagem de todas as pessoas envolvidas no processo didático (licenciandos, professor formador e pesquisadora) e o desenvolvimento de conhecimentos teóricos e práticos para a equação de problemas relevantes na situação considerada. É característica da pesquisa-ação um papel ativo dos pesquisadores para a elaboração de estratégias para o equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e avaliação de ações, de forma participativa dos atores da situação (THIOLLENT, 2011, p. 21-22).

Há um contexto favorável para a pesquisa-ação quando os pesquisadores optam por não limitarem as investigações aos aspectos acadêmicos e burocráticos que aparecem na maioria das pesquisas convencionais e quando encontram pessoas que tenham algo a “dizer” e a “fazer”. Isso permite um papel ativo na própria realidade dos fatos observados (THIOLLENT, 2011, p. 22). A experiência com a pesquisa em educação do professor formador auxiliou bastante no desenvolvimento desta pesquisa.

A pesquisa-ação não se limita à ação ou à participação. Dela resulta a produção de conhecimentos, aquisição de experiências e contribuição para o avanço de debates sobre as questões consideradas (THIOLLENT, 2011, p. 28). E esses aspectos se materializaram na produção desta tese.

A pesquisa-ação não deixa de ser uma experimentação em situação real, em que os pesquisadores possam fazer intervenções conscientemente. Os participantes não são considerados como cobaias e tem papel ativo durante o processo. Ela também é incompatível com os pressupostos de experimentação em laboratório, tais como neutralidade e não

interferência do observador. Como se desenvolvem em uma situação real, as variáveis não são isoláveis, pois interferem no que está sendo observado. Ou seja, é uma forma de experimentação em que os indivíduos ou grupos podem mudar alguns aspectos da situação pelas ações decididas. A observação e a avaliação dessas ações permitem que as informações sejam captadas e transformadas como elementos de conhecimento (THIOLLENT, 2011, p. 28). O sentido prático da observação, em relação a instrumentos rígidos de coletas de dados, é a de que o observador pode adaptar o seu roteiro de questões a partir da convivência com o grupo, pois ocorre a compreensão de aspectos gradualmente (MINAYO, 2014, p. 64). Estar na sala de aula possibilitou a observação da interação dos estudantes e do professor e participar do processo, fazendo intervenções quando eram solicitadas. Isso permitiu uma vivência mais próxima e integrada com as questões de pesquisa.

Para a análise de dados, adotamos o critério de saturação dos dados. Ou seja, isso ocorre quando as concepções, explicações e sentidos concedidos pelos participantes da pesquisa começam a ter uma regularidade de apresentação (MINAYO, 2014, p.44) ou quando há suficiência dos dados relacionada aos objetivos de pesquisa. Através do áudio das aulas, as transcrições das entrevistas, anotações de campo e produções textuais, ou seja, todo o material resultante da pesquisa-ação, foi possível fazer uma reflexão das interações, propostas e efeitos pedagógicos observados.

De todos os dados coletados, foram utilizados os registros que dialogaram com os objetivos da tese e atenderam a proposta de discussão sobre a formação em História e Filosofia da Biologia na formação de licenciandos em Ciências Biológicas. Para o processo de obtenção e análise das informações sobre a pesquisa, foram escolhidos alguns princípios éticos estabelecidos pela Resolução nº 4871/2001, da Universidade de São Paulo[10]. Dentre eles, a privacidade e a confidencialidade dos participantes foram asseguradas caso não ocorresse o desejo de identificação. Como tratou-se de uma pesquisa em educação, em que a contextualização é importante, consultamos todos os participantes sobre a possibilidade de identificação e em caso afirmativo, como eles gostariam de serem identificados. Alguns sugeriram o primeiro nome, outros indicaram modos a serem identificados e também tiveram os que deixaram à livre escolha da pesquisadora. Os registros apresentados, tais como as transcrições das falas das entrevistas e das aulas, seguirão um padrão que respeite de modo mais fiel, a expressão dos participantes, mas poderão ser suprimidos trechos em que possam ocorrer

[10]Resolução nº4871/2001, da Universidade de São Paulo. Disponível em: http://www.leginf.usp.br/?resolucao=resolucao-no-4871-de-22-de-outubro-de-2001#c2 – Acesso em 29 de Setembro de 2013.

a identificação dos mesmos, de dados pessoais ou outros dados que não sejam relevantes para a pesquisa.

1.3 Considerações sobre a formação docente

Ponderando sobre a questão da formação de professores, as dimensões práticas e teóricas do conhecimento científico e a replicação de experimentos históricos como uma das formas de se colocar a História da Ciência em prática, pesquisamos algumas vertentes teóricas sobre a formação docente, em busca de um referencial que fizesse sentido para a experiência que tivemos durante a realização da pesquisa. O contato com a docência no ensino superior e com a formação de futuros professores em relação à temática de História da Ciência, além da minha experiência como professora e pesquisadora fez com que, ao longo do tempo, fosse necessário tentar compreender como melhorar a prática docente, com um respaldo teórico da área.

Para isso, foi preciso se debruçar sobre uma literatura referente à formação docente que contemplasse aspectos teóricos e práticos do planejamento das atividades desenvolvidas em sala de aula, sua avaliação e reestruturação para novas práticas. Segundo Guedin (2007):

> O conhecimento é sempre uma relação que se estabelece entre a prática e as nossas interpretações da mesma; é a isso que chamamos de teoria, isto é, um modo de ver e interpretar nosso modo de agir no mundo. A reflexão sobre a prática constitui o questionamento da prática, e um questionamento efetivo inclui intervenções e mudanças (GHEDIN, 2007, p. 16).

O aspecto reflexivo revelou-se interessante para o questionamento sobre as práticas, a construção de um conhecimento que faça sentido para o professor e o planejamento de ações para mudanças, visando um processo de ensino-aprendizagem mais significativo. Por isso, neste capítulo, faremos algumas considerações sobre: a formação de professores, a construção de uma identidade e saberes docentes, a profissionalização, a questão do professor como intelectual ou proletário e algumas perspectivas sobre a epistemologia da prática reflexiva.

Para a formação de formadores em História da Ciência, não há orientações específicas ou documentos que regulamentem as atividades docentes. Analisando pela perspectiva de uma autonomia, isso não é problemático. Mas de acordo com o crescimento da área e de experiências diversas com a formação docente são necessários recursos reflexivos para se avaliar a inserção e o desenvolvimento da História da Ciência nas graduações, principalmente nas licenciaturas, de modo a repensar melhorias e adaptá-las a diversos contextos educacionais.

A construção da identidade docente e a História e Filosofia da Ciência na *práxis* será tratada através da análise de entrevistas com o professor formador, dos dados da replicação de experimentos em sala de aula e de uma auto-reflexão. Como há uma polissemia na questão reflexiva, analisamos alguns referenciais para elaborar um modo de compreensão de como isso se relaciona com a formação docente e a sua contribuição para a área de História da Ciência e ensino, com a intenção da teoria oferecer suporte e conforto para a prática.

Se concebermos toda a vivência dos indivíduos, o processo de formação para a docência se inicia com as nossas experiências pessoais, sociais e escolares e se prolonga até o fim do exercício profissional. O acesso à formação inicial através da licenciatura é um primeiro requisito para a atuação dos professores no ensino, de maneira profissional.

Segundo Krasilchik (2006), a necessidade da melhoria em todos os níveis educacionais, no Brasil, é constante e a preocupação com a formação e aperfeiçoamento de professores para a educação básica é antiga: encontrava-se expressa na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – Lei nº 9.394 de 20 de dezembro de 1966. Nesta lei, no item VI, cujo título é normas relativas aos profissionais de educação, é estipulado que para ocorrer a atuação na educação básica, a formação de professores deve ser feita em nível superior (KRASILCHIK, 2006, p. 21).

Além da qualificação para a atuação nas escolas, a formação inicial proporciona o contato com aspectos teóricos e práticos do conhecimento e o desenvolvimento da identidade e saberes docentes. Sendo uma etapa importante para o conhecimento da área a ser lecionada, geralmente nos cursos há uma ênfase maior nos tópicos teóricos.

Segundo Guimarães (2007), a formação inicial é fundamental na construção da identidade profissional docente, mas a consolidação desta se dá na formação continuada, pois é um processo em que ocorre a constituição dos saberes e formas produtivas na profissão (GUIMARÃES, 2007, p. 157). Por ser um primeiro contato formal com o conhecimento pedagógico, a formação inicial possibilita o início da construção do “ser docente”. Mas ao longo do exercício profissional e da formação continuada, vários aspectos podem ser aperfeiçoados e compreendidos.

A formação continuada ou contínua, é um momento importante para o aprimorar ou aprender novas teorias e práticas. Maria Isabel de Almeida, de forma sucinta, apresenta a formação contínua como sendo:

> [...] o conjunto de atividades desenvolvidas pelos professores em exercício com objetivo formativo, realizadas individualmente ou em grupo, visando tanto o desenvolvimento pessoal como o profissional na direção de nos prepararmos para a

> realização de nossas atuais atividades ou de outras novas que se coloquem (ALMEIDA, 2007, p. 126).

A formação contínua geralmente tem um caráter de reposição, atualização ou aperfeiçoamento (FUSARI; FRANCO, 2007, p. 134). Também possibilita a oportunidade de aprofundar os conhecimentos teóricos e práticos e de se preparar para as demandas que surgirem no exercício profissional. As atividades desenvolvidas na formação continuada devem articular o professor, com os saberes e o seu trabalho, diante das constantes mudanças no meio educacional e na sociedade.

Ela pode ocorrer em diversos espaços: na própria escola, na universidade, por ensino à distância, em museus e/ou outras organizações sociais. Na universidade, também há a formação continuada como um processo coletivo, quando há interações dos estudantes entre si, dos estudantes com os professores e com um grupo de pesquisa, por exemplo.

José Cerchi Fusari e Alexandre de Paula Franco defendem que haja um reforço de políticas públicas para a formação contínua nas próprias escolas. Isso possibilita o desenvolvimento de saberes científicos e culturais, bem como outras representações sociais e educativas de vivência do próprio contexto escolar (FUSARI; FRANCO, 2007, p. 135). Como a maioria dos professores possuem uma extensa jornada de trabalho ou precisam dar aulas em mais de dois locais, a formação continuada no ambiente de trabalho aumentaria a oportunidade dessa “especialização”. Está previsto nas unidades escolares o HTPC (Horário de trabalho pedagógico coletivo). Mas nem sempre esses momentos são proveitosos, no sentido de aumentar a qualificação didática e de trazer reflexões sobre o trabalho docente.

A formação contínua, pode ser realizada em um âmbito individual ou coletivo. As práticas de formação continuada em torno de uma experiência individual podem ser úteis para a aquisição de conhecimentos e técnicas, mas contribui para um isolamento e um reforço da imagem dos docentes como transmissores de um saber produzido no exterior da profissão. As práticas de formação com dimensões coletivas podem contribuir para uma emancipação profissional e consolidação da autonomia para a produção de saberes de uma categoria e o estabelecimento de seus próprios valores (NÓVOA, 1992, p. 26-27).

Considerando a epistemologia da prática e do professor reflexivo, a ideia da formação contínua no próprio ambiente educativo se fortalece, pois as demandas das práticas e as necessidades dos professores ficam mais evidentes. Isto reforça o que foi dito anteriormente de que a formação contínua não se limita a um treinamento ou capacitação. A valorização da pesquisa e da prática na formação de professores configura um projeto de formação inicial e contínua entre as universidades e as escolas (PIMENTA, 2008, p.21-22). A atividade docente reflexiva como formação contínua, no próprio ambiente escolar, facilita a visão e

questionamentos sobre os problemas e demandas que o professor enfrenta, possibilitando o planejamento e a ação de práticas para lidar com as situações. A partir da avaliação dessa prática, confrontando com as teorias e dados disponíveis, os professores podem refletir sobre a experiência coletiva e ressignificar o seu modo de atuação. Isto está relacionado à aquisição de saberes docentes, ao longo da experiência, que permitem a constituição de uma identidade profissional de professores.

1.3.1 Constituição da identidade docente e saberes

Guimarães (2007) caracteriza os saberes profissionais dos professores como: "o conjunto de conhecimentos (teóricos e práticos) e competências (habilidades, capacidades e atitudes) que estruturam a prática e garantem uma boa atuação do professor" (GUIMARÃES, 2007, p. 158). Os conhecimentos teóricos subsidiam a aplicação prática do ensino e através de reflexões, são planejadas ações, de acordo com as competências desenvolvidas pelos professores, em sua formação. Quanto mais estiverem desenvolvidos esses saberes profissionais, melhor será a atuação dos professores.

Esses saberes profissionais também compõe a identidade profissional dos professores e com isso, é possível estruturar a vida profissional, a sua maneira de atuar como docente e a relação com a escola e com os colegas (GUIMARÃES, 2007, p. 157). Por isso a prática é tão importante quanto a teoria e as discussões entre professores nesta formação continuada desenvolvem os saberes profissionais. Para isso, é necessário que haja abertura e confiança entre os colegas de trabalho, para que as trocas de experiências sejam significativas.

A comunicação entre pares favorece a releitura da experiência e possibilita a reflexão, com a oportunidade de contrapor o que foi feito e a teoria, ressignificando a prática. Através da construção e apropriação de saberes profissionais, é fortalecida a sua identidade docente, propiciando mais segurança e autonomia na atuação em sala de aula.

1.3.2 Profissionalização docente

O conceito de profissionalização docente é discutido amplamente e o termo vem sido mais fortemente debatido a partir dos anos 1990. Alguns autores (NÓVOA, 1992; SCHÖN, 1992; ZEICHNER, 1993; PERRENOUD, 2002) discutem a ideia dessa profissionalização como um processo de estabelecimento de uma "afirmação docente", o que traria como consequências melhorias nos rendimentos econômicos e maior poder e autonomia em sua atuação.

O desprestígio e a falta de valorização dos professores são alguns problemas que a falta de profissionalização da área causa. Por isso, além da perspectiva de uma formação reflexiva,

há alguns itens apontados por especialista, para que se inicie um processo de mudança, em relação a esses entraves.

Lucíola Cavalcante (2007) enumera alguns pontos que possam contribuir para o estabelecimento de relações, que favoreçam a **profissionalização** do professor:

> Desburocratização do trabalho docente, priorizando o pedagógico (cuidando de registrar o que é efetivamente significativo).
>
> Institucionalização de práticas coletivas.
>
> Cuidado com as relações interpessoais, com o estabelecimento de um clima educativo.
>
> Estabelecimento da formação continuada como compromisso público e de cada instituição escolar e, portanto, articulada ao seu projeto político-pedagógico.
>
> Expansão dos espaços de participação do (a) professor (a) e estabelecimento de margens mais alargadas de autonomia na direção de seu trabalho.
>
> Valorização do movimento associativo, com estímulo à participação.
>
> Urgente atualização do discurso de valorização do (a) professor (a), rompendo com a situação degradante em que se acha imerso o trabalho docente (Plano de carreira, salários dignos, condições de desenvolvimento profissional, com destaque ao acesso à produção científico-cultural, oportunidade de trocas de experiências e de sistemática reflexão sobre a prática docente.
>
> Efetivação da pesquisa como parte integrante do processo de formação e da *práxis* do (a) professor (a).
>
> Busca de unidade entre as lutas pedagógicas e as demais lutas sociais. (CAVALCANTE, 2007, p.60-61)

A desburocratização do trabalho docente, facilitaria o registro de processos significativos e não meramente a reprodução de um conjunto de protocolos e informações desnecessárias que geralmente são cobradas. Isso disponibilizaria mais tempo para reflexões e ações educativas mais efetivas, tanto no nível individual, quanto no coletivo.

A institucionalização de práticas coletivas tenderia a aproximar os profissionais a pensarem sobre as suas ações e concepções. Esta socialização de conhecimentos poderia gerar discussões, planejamentos e avaliação da atuação docente, com o propósito de melhorar a qualidade do ensino ou de elaborar soluções para os problemas identificados. Mas para que essas práticas coletivas sejam proveitosas, é necessária confiança e afinidade entre os colegas de trabalho.

As relações interpessoais também são importantes, pois poderão gerar afinidades ou desentendimentos entre os professores. As afinidades além de melhorarem o clima educativo, facilitaria trocas de experiências e de planejamento de ações. Neste sentido, Nóvoa (1992) enfatiza que o diálogo entre os professores:

> [...] é fundamental para consolidar saberes emergentes da prática profissional. Mas a criação de redes coletivas de trabalho constitui, também, um fator decisivo de socialização profissional e de afirmação de valores próprios da profissão docente [...] (NÓVOA,1992, p. 26)

É preciso superar o individualismo e o isolamento dos professores e promover mais oportunidades de discussões pedagógicas e troca de experiências com seus pares. E mais tempo de convívio para a discussão de problemas cotidianos e de fortalecimento de vínculos de amizade. (CAVALCANTE, 2007, p. 60) O investimento na formação continuada, por parte das instituições escolares, articulada ao seu Projeto político pedagógico disponibiliza oportunidades de aprendizados e de ressignificações. Ao desenvolver mais conhecimentos, os professores tendem a serem mais autônomos e participarem mais em decisões importantes para o exercício de seu trabalho, como nas escolhas curriculares, elaboração conjunta do projeto-político-pedagógico e discussões sobre a valorização profissional, por exemplo. A pesquisa, como processo de formação e inserida na prática do professor, além de sistematizar informações importantes do ensino, possibilita aos professores uma reflexão sistemática da atuação e das propostas educativas.

O livro *Os professores e a sua formação*, coordenado por António Nóvoa (1992), apresenta uma coletânea de textos de diversos autores que desenvolvem novas ideias de estratégias de formação de professores. O autor, apresenta uma proposta de relacionar a formação de professores com o **desenvolvimento pessoal** (produzir a vida do professor), com o **desenvolvimento profissional** (produzir a profissão docente) e o **desenvolvimento organizacional** (produzir a escola).

Em outras palavras, o foco no **desenvolvimento pessoal** seria o de:

> [...] estimular uma perspectiva crítico-reflexiva, que forneça aos professores os meios de um pensamento autônomo e que facilite as dinâmicas de autoformação participada. Estar em formação implica um investimento pessoal, um trabalho livre e criativo sobre os percursos e os projetos próprios, com vista à construção de uma identidade, que é também uma identidade profissional.[...]. (NÓVOA, 1992, p. 25)

Nesta **dimensão pessoal**, através de uma perspectiva crítico-reflexiva do seu percurso e de seus objetivos, os professores podem se apropriar de sua formação, dando sentido à sua história de vida e buscando espaços de interação entre os aspectos pessoais e profissionais. Com

isso, Nóvoa (1992) acentua que a formação (contínua) não se estabelece simplesmente por acumulação de cursos, conhecimentos e técnicas, mas através da reflexividade crítica sobre as práticas e a reconstrução permanente de uma identidade pessoal. (NÓVOA, 1992, p. 25) Com isso, a experiência do professor não se limita a uma dimensão pedagógica, mas a um processo interativo e dinâmico e de um quadro conceitual de produção de saberes, proporcionadas pela criação de redes de auto-formação participada, que permite a compreensão da totalidade do sujeito. Com a troca de experiências e compartilhamento de saberes, esses espaços de formação mútua permitem ao professor ter um papel simultâneo de formador e de formando (NÓVOA, 1992, p. 25-26)

No outro aspecto, sobre o **desenvolvimento profissional**, a formação contínua coletiva pode estimular o desenvolvimento profissional dos professores, pois através da produção de saberes e valores inerentes à área, forma-se um quadro de autonomia contextualizada da profissão docente. Os paradigmas de formação podem promover:

“ [...] a preparação de professores reflexivos, que assumam a responsabilidade do seu próprio desenvolvimento profissional e que participem como protagonistas na implementação das políticas educativas” (NÓVOA, 1992, p. 27).

Para isso, é necessária a diversificação de modelos e de práticas de formação, passando pela experimentação, inovação e ensaio de novos modelos de trabalho pedagógico. É indispensável uma reflexão crítica sobre essas aplicações, porque a formação deve passar por processos investigativos articulados com as práticas educativas (NÓVOA, 1992, p. 28)

Quanto ao **desenvolvimento organizacional**, de elaborar a escola, deve-se considerar que além da dimensão formativa dos professores, a mudança educacional depende da variação de práticas pedagógicas. A formação seria um investimento educativo dos projetos da escola (NÓVOA, 1992, p. 28-29). Isso porque é necessário conjugar a “lógica da procura” (definida, geralmente pelos professores e pelas escolas) com a “lógica da oferta” (definida pelas instituições de formação), lembrando da indissociabilidade da formação e dos projetos profissionais e organizacionais (NÓVOA, 1992, p. 31).

1.3.3 A questão do docente como intelectual ou proletário

Considerando as perspectivas de um professor ativo, que reflete e age sobre as suas práticas com autonomia e a de um docente com uma postura mais passiva, de somente executar as ações vindas de instâncias “superiores”, coloca-se em discussão o professor como intelectual ou proletário. A primeira surge na necessidade de formar profissionais capazes de ensinar,

atendendo a uma demanda de exigências diversas; a segunda se insere em uma visão mais técnica.

Nesse modelo em que predomina uma racionalidade técnica, a atividades dos profissionais é instrumental, voltada para a solução de problemas pontuais, com a aplicação de teorias e técnicas científicas (GÓMEZ, 1992, p. 96). A investigação educacional anterior sobre práticas, desenvolveu-se desta perspectiva epistemológica da prática como racionalidade técnica ou instrumental, do ensino como intervenção tecnológica, tendo o professor como técnico e a investigação baseada no processo-produto (GÓMEZ, 1992, p. 98).

Com tantos fenômenos práticos na educação, como complexidade, incerteza, instabilidade, singularidade e conflito de valores, a pesquisa educativa não dá mais conta de responder com a racionalidade técnica (GÓMEZ, 1992, p. 99). Os problemas da prática social não são instrumentais, para que as soluções precisem ser através da aplicação de meios e procedimentos. É importante pontuar que na prática não existem problemas, mas situações problemáticas, em que dificilmente haveriam categorias fechadas para se solucionar, com técnicas e teorias isoladas. Ou seja, o profissional prático deve procurar resoluções que extrapolam um conhecimento científico-técnico fechado (GÓMEZ, 1992, p. 100).

É importante salientar que apesar de as situações de ensino terem características abstratas e que não existe uma teoria, regras e técnicas fechadas que possam sanar a situação problemática, não significa que deva ser desconsiderada totalmente a utilização da racionalidade técnica em algumas situações de prática educativa. Em algumas tarefas, uma intervenção eficaz consiste na aplicação de técnicas. O exercício docente (prático) do professor não deve ser visto como uma atividade exclusivamente técnica. Gómez (1992) sugere considerá-la como uma atividade reflexiva e artística, em que pode precisar de aplicações concretas de caráter técnico (GÓMEZ, 1992, p. 100).

Segundo Nóvoa (1992): “a lógica da racionalidade técnica opõe-se sempre ao desenvolvimento de uma *práxis* reflexiva ” (NÓVOA, 1992, p. 27). Ou seja, o ensino realizado de forma técnica e limitada, restringe a autonomia dos professores na realização das suas práticas. Ao contrário do que acontece quando há uma atuação reflexiva.

Na perspectiva do docente como proletário, a sua profissão é desprestigiada e não possui um projeto coletivo de mobilização docente. Isso caracteriza baixos rendimentos, dependência, alienação sobre a concepção de currículos e/ou ações pedagógicas, realizando tarefas de forma puramente técnica. Consequentemente há uma redução dos custos relacionados a sua força de trabalho e uma intensificação de exigências quanto à sua atividade trabalhista. Torna-se até uma questão de baixa estima profissional, ter uma atitude passiva, esperando a palavra de outros agentes, como especialistas diversos e até integrantes de áreas completamente alheias à

educação para executar o que foi proposto, sem questionamentos. Isso é um processo de desvalorização da experiência e das capacidades adquiridas ao longo da formação docente.

A partir da crítica à racionalidade técnica, surgiram diversas concepções alternativas sobre o papel do professor como profissional. Segundo Gómez (1992), os conceitos como professor investigador, professor reflexivo etc surgiram com um dos objetivos de superar a relação linear e mecânica entre o conhecimento científico-técnico e a prática na sala de aula (GÓMEZ, 1992, p.102). Questionar-se faz parte do processo de construção da aprendizagem, em uma perspectiva da pesquisa. Para o aperfeiçoamento de algo, é necessário que se passe por um processo de críticas e questionamentos para que se evidenciem as suas limitações. Esse exercício permite colocar a pesquisa em movimento. A pesquisa, por sua vez, é um elemento de formação que permite aprimorar o questionamento, a curiosidade científica, a busca do rigor e a responsabilidade social. (GUEDIN, 2007, p. 144) Essa postura de questionamento e de certa forma, a busca por uma forma sistemática de se obter o conhecimento, diferencia muito a posição de professores considerados como proletários.

Os professores intelectuais, são aqueles que através da reelaboração e reconstrução do conhecimento (e não a sua mera execução) constroem uma autonomia, nessa perspectiva reflexiva. Na vida cotidiana, qualquer profissional prático depende do conhecimento tácito que precisa elaborar e mobilizar durante a sua ação. Com uma alta demanda de solicitações diversas da vida escolar, o professor precisa ativar os seus recursos intelectuais (como por exemplo: conceitos, teorias, crenças, dados, procedimentos, técnicas) para diagnosticar a situação, desenvolver estratégias de intervenção e analisar o curso dos acontecimentos decorrentes (GÓMEZ, 1992, p. 102-103).

Diferenciamos esses aspectos do questionamento e da pesquisa como medidora para a aprendizagem, de uma atitude passiva em relação à participação nas decisões e discussões pedagógicas, como uma forma de caracterizar didaticamente esses perfis, de acordo com a literatura de uma epistemologia reflexiva. Mas gostaríamos de ressaltar, que há múltiplos perfis de professores. Procuramos enfatizar a diversificação de uma perspectiva mais técnica para outra mais reflexiva.

Sem atribuir um juízo de valor entre os perfis de professores, buscamos fazer um paralelo entre a epistemologia reflexiva na formação de professores e as contribuições da História da Ciência no ensino.

1.4 Sobre a epistemologia reflexiva na formação dos professores

Pensando em uma formação de professores focada na *práxis*, em que o contato com o objeto de estudo não ocorre somente no fim do curso, e além disso, considerar a formação com

pesquisa (PIMENTA, 2007, p. 48), exige uma postura reflexiva tanto por parte dos licenciados, quanto para os formadores de professores. Esta escolha formativa de destacar o valor da prática como elemento de análise e reflexão dos professores tem aumentado cada vez mais no ensino. A epistemologia da prática exige uma consideração do professor como profissional, mudança nas concepções teóricas e desenvolvimento prático da sua formação (GÓMEZ, 1992, p. 107).

Em diversos países, a partir dos anos 1990, vários autores se debruçaram sobre o conceito de profissional reflexivo. O termo foi popularizado principalmente pelo trabalho de Donald Schön e repercutiu no campo educacional nas discussões sobre: professores reflexivos, professores pesquisadores e a profissionalização, como formas de valorizar a profissão docente (SCHÖN, 1992; NÓVOA, 1992; ZEICHNER, 1993; PERRENOUD, 2002). No Brasil, também foi bastante debatido e teve desdobramentos nas pesquisas educacionais.

Donald Schön trabalhou no MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) na área de formação de profissionais. Criticava uma formação fragmentada, em que: eram apresentados os conceitos científicos; em outro momento distinto, a prática e depois o estágio para a aplicação de conhecimentos técnicos, relacionados à determinada área profissional. Uma formação deste modo, tenderia a gerar dificuldades para uma atuação efetiva em situações inesperadas que surgissem no ambiente de trabalho, pois extrapolaria os conhecimentos e técnicas apresentadas durante o curso. Com a valorização da experiência e a reflexão na experiência, Schön defendia uma formação profissional baseada em uma *epistemologia da prática* (PIMENTA, 2008, p. 19). Dos conhecimentos mais discutidos sobre isso, apresentados por Schön destaca-se três movimentos: **o conhecimento na ação, a reflexão na ação e a reflexão sobre a reflexão na ação.** A proposta desta epistemologia da prática defende a prática profissional como um momento de construção do conhecimento. No caso de professores em formação, o contato com as práticas possibilita a construção de um conhecimento tácito.

Pimenta (2008) sintetiza esses três momentos da epistemologia da prática: no *conhecimento na ação* o conhecimento vai se desvendando a partir da prática. A partir de situações novas, os profissionais necessitam buscar alternativas através de um processo de *reflexão na ação*. Esta reflexão propicia um repertório de experiências que devem ser invocadas em situações similares. Mas se surgirem novas demandas, é necessária uma nova mobilização, denominada por Schön como *reflexão sobre a reflexão na ação*, em que o docente precisa ser pesquisador de sua prática (PIMENTA, 2008, p. 19-20).

A epistemologia da prática é relevante para o desenvolvimento pessoal dos professores e corrobora no ambiente profissional um espaço de (auto) formação incorporada a partir da prática. Os momentos reflexivos sobre os percursos pessoais e profissionais são oportunidades de realizar a vida (do docente) e elaborar a sua profissão (NÓVOA, 1992, p. 26). Por isso, esta

contribuição da epistemologia da prática pode ser aplicada tanto na formação inicial dos professores, como na formação continuada (e na vida).

O livro *Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito*, organizado por Selma Garrido Pimenta e Evandro Ghedin, teve a proposta de discutir o conceito de professor reflexivo e a questão de formação de professores, em uma perspectiva crítica (PIMENTA; GHEDIN, 2008, p. 7). Selma Garrido Pimenta (2008) analisou os conceitos de professor reflexivo e professor pesquisador no contexto da valorização da formação e profissionalização de professores e também indica uma necessidade da transformação do conceito, devido as contradições que emergiram desta análise feita. A partir da revisão conceitual das propostas de Donald Schön, uma das dúvidas que se acentuou com relação a utilização do termo foi a de um "professor reflexivo" como adjetivo ou conceito. O adjetivo seria o atributo de pensar, presente nos seres humanos ou a parte conceitual de um movimento teórico sobre a formação e trabalho docente (PIMENTA, 2008, p. 18-19). A autora apresenta também outras críticas, também formuladas por especialista da área, que problematizam algumas limitações da proposta.

A partir do crescimento da quantidade de pesquisas na área sobre a epistemologia do conhecimento e da popularização do termo "professor reflexivo", Pimenta (2008) questiona: quais os tipos de reflexão seriam realizadas pelos professores? Estas reflexões incorporariam um processo de consciência de "implicações sociais, econômicas e políticas da atividade de ensinar? " Quais as condições que os professores encontram para refletir? (PIMENTA, 2008, p. 22)

A questão da reflexão, pelas propostas de Schön, serem individuais e não considerarem o contexto institucional foram levantadas por outros especialistas, como o Zeichner e apresentadas pela Selma Garrido Pimenta. Neste caso, a reflexão somente não seria suficiente para que os professores conseguissem mobilizar ações para a resolução dos problemas, pois há a limitação do pensamento que pode ser condicionada ao contexto em que eles estão. Uma outra incoerência apontada por Zeichner seria o de vender o conceito de professor reflexivo com treinamentos que possam ser aplicados tecnicamente: "um oferecimento de treinamento para que o professor torne-se reflexivo". Para Pimenta (2008), a massificação da expressão "professor reflexivo" dificulta o "o engajamento de professores em práticas mais críticas, reduzindo-as a um fazer técnico" (PIMENTA, 2008, p. 22- 23).

Sobre uma ênfase na aplicação, como predominante no processo da epistemologia da prática, Pimenta (2008) ressalta que deve-se considerar que o saber docente não é formado apenas da prática, mas também das teorias da educação que são fundamentais na formação dos professores, principalmente por fornecer vários pontos de vista para uma ação contextualizada. Isso oferece perspectivas de análises para que os professores possam compreender "os

contextos históricos, sociais, culturais, organizacionais e de si próprios como profissionais" (PIMENTA, 2008, p. 24).

O pensamento reflexivo- crítico possibilita a autonomia, devido a busca contínua e permanente da compreensão das coisas (GUEDIN, 2007, p. 139-140). A epistemologia da prática reflexiva possibilita um exercício profissional que consiga atender a diversidade de exigências que o ensino demanda. A partir do contexto desta epistemologia da prática, Pimenta (2008) fez alguns questionamentos sobre quais seriam os currículos necessários para a formação de professores e pesquisadores reflexivos e quais as condições para um exercício de uma prática profissional reflexiva (PIMENTA, 2008, p. 21). Considerando as contribuições da História da Ciência no ensino, seria ela uma estratégia para que essa prática reflexiva ocorra na formação e no exercício profissional dos professores? Acreditamos que há alguns elementos para que isso aconteça.

Capítulo 2: Ensino experimental e replicação de experimentos históricos na educação científica

2. Ensino experimental em Biologia: algumas implicações metodológicas e teóricas

Apesar de ser encontrada uma ampla literatura sobre o trabalho prático na educação científica, ainda é pouco conhecido o resultado da aprendizagem proporcionada por essas estratégias didáticas. Geralmente assume-se que o trabalho prático contribui para a aprendizagem conceitual e para o desenvolvimento de competências relativas aos "métodos da ciência", como métodos experimentais e técnicas de laboratório (LEACH; PAULSEN, 1999, p. 8-9), sem atentar-se aos resultados de aspectos pedagógicos que facilitam o processo educativo. Isso dificulta o desenvolvimento da compreensão detalhada do que funciona bem e do que precisa ser melhorado em termos didáticos em relação às aprendizagens dos estudantes durante o trabalho prático.

A experimentação nas aulas de Ciências e Biologia tem sido debatida no Brasil tanto para avaliar a importância quanto na discussão de formas de incorporá-la no cotidiano escolar. Há o conhecimento das dificuldades de inserção da experimentação no contexto educacional, dentre vários aspectos, às condições de funcionamento das escolas e da formação docente para a atividade (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009,p. 97).

Relacionando historicamente a experimentação biológica, a experimentação didática nas escolas e a formação de professores, temos que:

> [...] a experimentação biológica refinou-se no século XX e estendeu-se a todos os ramos das Ciências Biológicas, tornando-se um traço identificador de modernidade e da legitimidade dessa ciência. Enquanto esse refinamento metodológico se foi operando na esfera da produção científica, provocou mudanças na formação de professores, que passaram a incorporar práticas experimentais modernas como atividades formativas na nomenclatura dos cursos – os quais, inicialmente se denominavam licenciaturas em História Natural. Cabe ressaltar que, no Brasil, práticas sistematizadas que tem como objetivo a iniciação dos alunos em procedimentos de pesquisas – tais como os programas de Iniciação Científica – passaram a fazer parte da formação básica dos graduandos, pelo menos das universidades públicas brasileiras, somente nas últimas décadas. (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p. 97-98)

A experimentação realizada nas Ciências Biológicas, as que são praticadas nas universidades e as que chegam à educação básica são bastante distintas. Isso também é um aspecto que pode dificultar o planejamento e incorporação de práticas experimentais no ensino. Além disso, há a visão de que as aulas práticas sejam dissociadas da teoria vista em sala de aula.

Associado a isso, as instituições escolares precisam gerir os espaços e tempos curriculares para essas atividades. Isso acaba dando um caráter facultativo da experimentação na escola (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p. 109).

A falta de estrutura e laboratórios na maioria das escolas restringe a participação de todos os estudantes em atividades experimentais. Por isso, é importante o questionamento na formação de professores sobre os locais, os materiais e contextos de preparação de atividades práticas, para a adequação à realidade das escolas.

A experimentação nas aulas de Biologia pode ajudar a desmitificar a ideia de um "método científico" universal da ciência. Acrescentando ao trabalho prático, a replicação de experimentos históricos na educação, uma das propostas didáticas da História da Ciência, atua como contextualizadora de conhecimentos, permitindo a elaboração de hipóteses e reflexões para o planejamento e/ou realização de experimentos clássicos. O processo da replicação de experimentos transcende uma natureza puramente prática: permite a contextualização, a reflexão e a crítica.

2.1 A replicação de experimentos históricos

Os experimentos históricos são assim chamados por se tratarem de experimentações que surgiram em decorrência de estudos e questões de uma ciência desenvolvida em um período do passado. Refazer os procedimentos dessas experiências, seja com materiais idênticos, parecidos ou diferentes possuem nominalmente algumas variações na literatura, tais como: reprodução,

repetição, recriação, reconstrução, replicação, dentre várias outras formas (CHANG, 2011, p. 317-319). Nesta pesquisa, adotaremos o termo “replicação” pois consideramos que é o que expressa o sentido mais próximo do que entendemos por experimentos históricos com implicações didáticas na educação científica, ao passar a ideia de “reaplicação” e da consideração de experiências prévias que resultam nas ações dos estudantes frente aos procedimentos práticos realizados em tempos passados.

Como foi pontuado por Chang (2011), alguns conhecimentos do passado têm sido negligenciados pela ciência atual (CHANG, 2011, p. 317). Seja pela omissão de fenômenos simples ou de alguns detalhes que guiaram o desenvolvimento dos conhecimentos atuais, a História e Filosofia da Ciência podem ajudar na reparação dessa situação. Refazer os experimentos históricos e ter contato com manuscritos e artefatos da época dá a oportunidade de analisar o processo de construção dos saberes científicos de uma determinada área e compreender os contextos e os conceitos envolvidos.

A replicação de experimentos históricos pode ser utilizada na História da Ciência para diversas finalidades e na educação científica. A contribuição dos experimentos históricos para a História da Ciência constitui-se em um campo do saber relativamente bem trabalhado aos seus propósitos de revisitar as atividades científicas do passado com o objetivo de verificar o seu desenvolvimento, viabilidade das afirmações e complementar a leitura de originais. Para as Ciências, esses experimentos são importantes por revelarem contextos históricos da construção dos conhecimentos científicos, ilustrar o desenvolvimento das ideias e realizações e até possibilitar o encontro de novas implicações.

Hasok Chang (2011) apresentou duas “tipologias” de replicação que são mais frequentes e as suas características. São elas:

1) **Replicação de experimento histórico, propriamente dita:** Neste tipo de replicação procura-se reunir o maior número de elementos (condições, materiais, instrumentos) que seja o mais próximo possível do experimento original. Geralmente é utilizada para aprender mais sobre algum episódio histórico ou pesquisa e até mesmo para conseguir perceber conhecimentos tácitos, o que exige uma pesquisa rigorosa do contexto e condições da época. Por isso, é realizada principalmente por historiadores da ciência.

2) **Replicação física de experimentos históricos** é o tipo de replicação em que se dá mais atenção ao fenômeno a ser investigado em seu sentido físico, sem se preocupar tanto com todos os detalhes históricos. Como o foco é a investigação de aspectos físicos e de ampliar o conhecimento histórico do que era plausível na época, pode-se utilizar materiais atuais e acessíveis. Na educação científica, por exemplo, pode ser realizada com materiais acessíveis ao nosso tempo e de acordo com a realidade de cada instituição escolar. Costuma ser realizada de

forma mais ampla do que o tipo de replicação anterior por historiadores da ciência, pesquisadores, professores e estudantes.

Hasok Chang (2011) neste artigo apresenta um tipo de trabalho que ele caracterizou como **experimentos de extensão,** que são práticas emergentes de observações feitas da replicação de experimentos históricos, que podem gerar variações do experimento original e/ ou outros completamente diferentes, estendendo a pesquisa. É importante salientar que os experimentos de extensão nem sempre terão como propósito a compreensão histórica, mas sim de categorização de experimentação histórica porque não ocorreria naturalmente aos cientistas atuais sem o conhecimento da história. Podem ser realizados por historiadores da Ciência, pesquisadores, professores e estudantes. Um ponto importante sobre esses experimentos é que a partir de um material histórico como motivação, possibilita explorar através destes experimentos alguns tópicos de interesses pessoais e, dessa forma, amplia novas compreensões sobre o assunto. Quando se realizam experimentos de extensão sem qualquer conhecimento sobre a direção e os resultados do processo, é possível ter uma experiência de investigação e de aspectos da Natureza da Ciência.

Os **experimentos históricos por extensão** também podem contribuir no ensino, pois outra proposta experimental diferente do experimento original pode emergir a partir de observações feitas durante a atividade prática. Quando ocorre a observação de experimentos atuais ou do passado, podem surgir perguntas, e ao desenvolver essas questões, os estudantes podem enxergar alternativas, perspectivas diversas, ambiguidades e conexões. A utilização de materiais históricos, nessas condições, possibilita a abertura do currículo de ciências para uma participação ativa estudantil. Os professores devem se tornar receptivos e apoiarem a curiosidade dos alunos sobre o mundo e a sua inter-relação (CAVICCHI, 2008, p. 744). Essa perspectiva prática e ativa do conhecimento na História da Ciência, através da replicação de experimentos históricos oferece a oportunidade de uma educação sem uma abordagem convencional completamente teórica, fazendo com que os alunos possam compreender melhor a relação teórico-prática dos conhecimentos científicos.

Após apresentar os experimentos de extensão que realizou, relacionados à Eletroquímica básica e o ponto de ebulição da água, Chang (2011) problematiza um outro aspecto importante relacionado aos experimentos históricos, que ele denominou **ciência complementar**. Quando ocorre o avanço da ciência atual, alguns fenômenos e questões básicas são esquecidos, não ocorrendo prejuízos para o desenvolvimento da área. Mas a História e Filosofia da Ciência podem trabalhar essas questões científicas que foram negligenciadas ou

excluídas, complementando a ciência especializada[11]. Através de uma "ciência complementar", que se desenvolve a partir de resultados experimentais do passado e que possui um aspecto de natureza propriamente científica (CHANG, 2011, p. 320-321) a História e Filosofia da Ciência adquire essa importância de mostrar atividades que poderiam ter sido mais exploradas e que pertencem ao processo de desenvolvimento científico. Por exemplo, através da replicação física e por extensão que Chang fez sobre o ponto de ebulição e a Eletroquímica, ele encontrou resultados que não são muito trabalhados na educação científica: a temperatura de ebulição da água depende da forma, do material do recipiente e da quantidade de gases dissolvidos; além disso, é possível fazer uma bateria a partir de dois metais e água salgada.

Os experimentos complementares também possibilitam algumas contribuições importantes para a educação científica. Como são experimentos que, muitas vezes, podem não ter os percursos e resultados conhecidos pelos professores e estudantes, com um processo investigativo mais próximo de como ocorre na ciência, são vivenciados as incertezas e o desconforto da pesquisa científica real. O conhecimento não é passivo, dado ou transmitido pronto e acabado, mas proporciona um maior envolvimento com os fenômenos investigados, sem expectativas de resultados pré-determinados. Alguns experimentos complementares não precisam de teorias ou instrumentos avançados, podendo ser acessíveis a não especialistas, contribuindo com uma experiência genuína de investigação sobre a natureza.

Essas definições de experimentos, tanto das replicações quanto das vivências de extensão e de ciência complementar, apresentadas por Hasok Chang (2011) nos ajudam a exemplificar características de diferentes formas da atividade prática com fins históricos e desenvolvê-las, mostrando as suas implicações para o ensino. Esses delineamentos foram suficientes como referencial de reflexão e análise, mas não o consideramos como fechados e definitivos.

Ainda em seu artigo "How Historical experiments can improve scientific knowledge and Science Education: The cases of boiling water and Electrochemistry", após apresentar essas discussões e discutir a sua experiência, Chang (2011) também citou algumas referências sobre a replicação de experimentos históricos e grupos de pesquisa, principalmente nas áreas de Física e Química e estudos interdisciplinares. Gostaríamos de salientar a ausência de trabalhos relacionados a replicação de experimentos históricos que tratam sobre os conhecimentos da área de Biologia.

---

[11] No caso de serem desenvolvidos a partir de perguntas "rejeitadas" pertencentes à ciência atual, os experimentos complementares não serão históricos.

Selecionamos algumas experiências de replicação de experimentos históricos nas aulas de ensino superior para exemplificar algumas estratégias utilizadas e as contribuições relatadas.

Bonera *et al* (1992) realizaram uma abordagem multimídia para o ensino de Física com episódios históricos de trabalho de Robert Boyle (1627- 1691) sobre gases, para 50 estudantes do primeiro ano de Física. Através de simulações computacionais foram introduzidos o contexto histórico e as questões que orientaram os alunos a reconstruírem os experimentos. Foi desenvolvido um material didático contendo: programas de computador, guia do professor, guia do aluno com planilhas e aparatos experimentais para auxiliar o entendimento de conceitos físicos fundamentais e o contexto histórico. Segundo Bonera *et al* (1992) as simulações de computador podem ajudar a superar as dificuldades e incentivar os estudantes a investigar experimentalmente e a comparar abordagens históricas com as concepções científicas atuais no estudo dos fenômenos físicos, auxiliando os alunos a terem uma reflexão sobre seus próprios esquemas conceituais e favorecer sua compreensão (BONERA *et al*, 1992, p. 127).

Como estratégia de ensino, os estudantes tinham acesso a uma breve apresentação histórica dos interesses científicos e culturais de Boyle e de simulações de computador, que apresentavam dois experimentos originais de Boyle. Através das imagens e de animações sonoras[12] foram introduzidos o contexto histórico e as informações que possibilitavam o diálogo entre os usuários e os computadores. Foram dadas também a cada aluno planilhas para a anotação dos resultados das simulações (BONERA *et al*, 1992, p.128-129). Analisando o referencial teórico sobre a replicação de experimentos históricos, as atividades com simulações de computador dão condições, através da apresentação do contexto histórico, social e cultural, da realização da replicação física. O encaminhamento para a interação com os experimentos históricos, nesse caso, é mais fechado em relação às experiências que possibilitam os experimentos de extensão e/ou de ciência complementar. Mas como pontuado pelos autores, as simulações permitem a comparação da realização de observações e experimentos de fenômenos em épocas passadas e atuais.

Para o planejamento do material instrucional, os autores ao fazerem a reconstrução do ambiente cultural e dos instrumentos, tinham o objetivo de: fornecer informações sobre o contexto em que as pesquisas foram realizadas; mostrar como a tecnologia disponível pode influenciar no *design* dos experimentos e como a criatividade é fundamental diante de restrições

[12] Os autores justificaram a preferência por animações sonoras por permitir uma melhor interação dos estudantes com o episódio histórico por acreditarem que isso diminui as chances de desviar a atenção e perda de foco, pela necessidade de leitura de diálogos e instruções. Por isso, eles reduziram ao mínimo as mensagens escritas e priorizaram as mensagens acústicas, animações e imagens (BONERA *et al*, 1992, p. 128).

tecnológicas. Antes de terem acesso à simulação computacional foi apresentada uma figura do experimento original de Boyle para que os estudantes conseguissem interpretar a representação esquemática do experimento histórico. No primeiro experimento, os estudantes deveriam constatar que a pressão do ar é sempre maior que a pressão atmosférica. Na segunda simulação, havia os elementos experimentais usados por Boyle para considerar as situações em que a pressão do ar era menor que a pressão atmosférica (BONERA *et al*, 1992, p. 129-131). É importante trabalhar os aspectos culturais, históricos e da Natureza da Ciência para que ocorra a melhor a compreensão dos conceitos e fenômenos da natureza.

As simulações computacionais podem auxiliar no diagnóstico das dificuldades e a compreensão dos conceitos, possibilitando a melhoria do aprendizado, de uma maneira em que há um envolvimento ativo e de forma autônoma. Pode ser uma auto-avaliação para os estudantes, de modo a refletirem e pensarem em novas possibilidades. Para o professor, também é útil ter as informações sobre as dificuldades e padrões de raciocínio para que se possa fazer um planejamento e intervenções pontuais quando solicitadas (BONERA *et al*, 1992, p. 133). Os dados gerados pelas interações também podem ajudar nas pesquisas de ensino e aperfeiçoar as práticas educativas.

A análise das planilhas preenchidas também forneceu dados sobre as dificuldades vivenciadas durante os experimentos. Dessa forma, fica um registro para os alunos e para os professores (BONERA *et al*, 1992, p. 133-134) repensarem sobre o processo. A utilização do programa de computador e a discussão em grupo ajudaram os estudantes a se conscientizarem das dificuldades na compreensão de alguns conceitos e após a discussão com o professor, conseguiram fazer uma interpretação correta do experimento (BONERA *et al*, 1992, p. 134).

No artigo “History of Physics in Science Teacher Training in Oldenburg”, Falk Riess (2000) descreve brevemente um programa de estudos de História da Física para licenciandos em Física, que ocorre há muitos anos na Oldenburg University, na Alemanha.

Resumidamente, Riess (2000) apresenta as experiências no ensino superior, pontuando que no método experimental, alunos e professores podem ter um novo acesso aos fenômenos, termos, leis e teorias através de uma análise histórica e não na ordem sistemática da ciência. Isso surpreende os estudantes ao saberem que há mais de uma maneira de se explicar os fenômenos e fatos e que as diferentes formas de conhecimento dependem de circunstâncias históricas, sociais e pessoais. Os estudantes acreditam que a introdução de experimentos históricos pode resolver parte dos problemas de motivação, mas se queixam da falta de material didático.

A partir das experiências relatadas, Riess (2000) faz a sugestão de três passos para melhorar o ensino de ciências, através da História da Ciência:

1) Tornar a História da Ciência um componente curricular obrigatório em Ciências e na formação de professores;

2) Desenvolvimento de um material didático adequado feito por historiadores da ciência e educadores de Ciências;

3) Complementação dos laboratórios científicos nas escolas com oficinas que permitam aos professores e estudantes desenvolverem sua experiência, principalmente em relação a aparelhos e instrumentos histórico (RIESS, 2000, p. 402).

Também como exemplo de replicação de experimentos históricos realizadas no ensino superior, temos o estudo realizado por Elizabeth Cavicchi (2008), na área de Física. Ela atuou como professora e pesquisadora, desenvolvendo atividades que envolviam experimentações com fenômenos de som, eletricidade, magnetismo e luz, com dois estudantes do ensino superior. A pesquisadora preparou um plano de estudos com atividades no laboratório, leituras e visitas de campo em três coleções históricas. O acesso a artefatos históricos reais possibilitou exercícios de observação e manuseio e a comparação com as descrições dessas experiências com relatos históricos (CAVICCHI, 2008, p. 721). Isso permitiu que as hipóteses e construções dos estudantes fossem consideradas e comparadas com as descrições das produções textuais históricas desses experimentos.

Ao realizarmos atividades cotidianas, como acender as luzes ou atender o telefone, não pensamos em como é o funcionamento dessas coisas. Os aparatos históricos de fenômenos físicos geralmente eram construídos com os mecanismos expostos, mas atualmente essa complexa integração entre eletricidade, magnetismo, som e luz é ocultada pelo design e pelas tecnologias miniaturizadas avançadas (CAVICCHI, 2008, p. 717-718). Por isso, a investigação e o contato com materiais experimentais históricos auxiliam na compreensão e apreensão da inter-relação dos fenômenos físicos que na maioria dos materiais instrucionais atuais são tratados como tópicos separados (como por exemplo o som e a eletricidade), sendo uma atividade potencial para envolver os estudantes das ciências atuais com uma ciência “não fragmentada” do passado.

Cavicchi (2008) percebeu que para os estudantes a história não se baseou em detalhes, notas de rodapé, datas ou mesmo ideias vagas e sem importância. Os alunos formaram seu próprio senso de história através da relação entre coisas de seu cotidiano com a comparação entre os materiais históricos e as atividades desenvolvidas (CAVICCHI, 2008, p. 739). Esse engajamento no processo educativo, através de observações, investigação e análises, considerando o contexto histórico-científico e a realização de experimentos, permitiu a percepção da proximidade de temáticas que são tratadas atualmente como desconectadas.

Elizabeth Cavicchi (2008) relatou como uma das contribuições dos experimentos históricos a desfragmentação do saber científico através do inter-relacionamento de fenômenos da ciência, com ações dos participantes ligadas a um contexto histórico. Isso agrega um valor pedagógico à experiência educativa, pois além da contextualização e envolvimento dos estudantes com aspectos históricos e científicos, permite a intervenção de acordo com as experiências e considerações do grupo a respeito de situações-problemas que são apresentadas, extrapolando as esferas do ensino considerado como convencional.

Não é nossa intenção esgotar os exemplos de experimentos históricos no ensino superior e na formação de professores e as suas contribuições. Principalmente, porque os resultados apresentados aqui sobre esse assunto, como podemos notar, são oriundos da Física. Por não serem muito numerosas as pesquisas que exploram a replicação de experimentos históricos na educação em Biologia, associado à falta de dados empíricos e de reflexões sobre as possibilidades educacionais, torna relevante a investigação de replicação de experimentos históricos no ensino de biologia nesta tese de doutorado. Trataremos, especificamente, das implicações práticas da História da Biologia na sala de aula, incluindo essa temática na formação de professores.

A combinação de atividade prática com os conhecimentos científicos e históricos diferencia as práticas de laboratório convencionais da replicação de experimentos históricos. É possível desenvolver habilidades manuais, técnicas e de observação, além dos aspectos epistemológicos da ciência. E em relação às estratégias de ensino, existem maneiras bem diversas, como as citadas acima: replicação física, simulações computacionais, experimentos de extensão e ciência complementar. Caso não ocorra a possibilidade da replicação dos experimentos, seja por falta de material, espaço ou tempo, a apresentação de uma situação-problema aos estudantes, acompanhada da solicitação de um levantamento de hipóteses e planejamento de testes também trazem contribuições relevantes para a educação científica.

2.1.1 Contribuições da replicação de experimentos históricos na educação científica

Vimos no tópico anterior que a replicação de experimentos históricos pode ser realizada de diversas formas, de acordo com diferentes objetivos. Queremos aqui, problematizar as questões que envolvem a adoção da replicação de experimentos históricos como uma possibilidade de prática da História da Ciência nas aulas de Ciências e enfatizar as contribuições para a educação.

Um processo de ensino-aprendizagem que contemple a teoria e a prática, de forma complementar, é mais efetivo para a melhoria do ensino de Ciências. A partir de questões emergentes das aulas teóricas, o envolvimento ativo dos estudantes na realização dos

experimentos históricos permite um processo de atividade experimental significativa (SILVA, 2013, p. 79). Ao se aprofundar nos aspectos sociais, históricos e filosóficos da Ciência, a prática educativa possibilita uma melhor compreensão dos conteúdos científicos e seus contextos, além de aspectos da natureza científica.

Retomando os referenciais teóricos apresentados sobre replicação de experimentos (histórico e física), experimentos de extensão e ciência complementar (CHANG, 2011) e os exemplos de aplicação no desenvolvimento de aspectos históricos da ciência e no ensino superior (CHANG, 2011; BONERA *et al*, 1992; RIESS, 2000; CAVICCHI, 2008), aprofundamos as contribuições para a educação apontados por estes trabalhos e refletimos sobre as potencialidades e implicações para o processo didático.

Para que os professores possam conhecer um pouco sobre a replicação de experimentos históricos e fazer uma escolha consciente dessa estratégia em suas aulas, procuramos reunir as principais motivações e benefícios para a educação. Por que optar por experimentos históricos ao invés de fazer aulas práticas convencionais? Desenvolver experimentos do passado não é algo antiquado? Abordar conhecimentos que não estão incluídos na Ciência atual não seria uma perda de tempo didático? Ao se discutir conceitos que não são mais aceitos atualmente não poderia gerar confusão no processo de ensino-aprendizagem? Ao longo da exposição das contribuições pedagógicas apontadas pelos referenciais teóricos, faremos as nossas considerações à luz das experiências e observações com a replicação de experimentos históricos na educação.

Hasok Chang (2011) discute como os experimentos históricos podem melhorar o conhecimento científico e o Ensino de Ciências através de três propósitos: **Aprender mais sobre a própria ciência do passado; incrementar as concepções sobre a Natureza da Ciência; e aumentar o próprio conhecimento científico[13].** Segue abaixo as ideias do autor sobre isso:

a) **Aprender mais sobre a própria ciência do passado:** através da replicação de experimentos históricos é possível acessar dimensões do trabalho científico realizadas no passado que não estão disponíveis em nenhum meio de comunicação. Esses conhecimentos tácitos podem aumentar a compreensão do passado científico, através do aprofundamento dos conhecimentos históricos, podendo auxiliar na avaliação dos manuscritos e dos relatos dos experimentos, em relação à sua viabilidade e plausibilidade. Isso poderia dar elementos para o exame das intenções e da honestidade dos personagens da História da Ciência.

[13] Esses "propósitos" foram brevemente discutidos como "contribuições" na minha dissertação de mestrado (SILVA, 2013).

b) **Incrementar as concepções sobre a Natureza da Ciência:** ao replicar os experimentos históricos, os estudantes e professores podem perceber que as coisas são mais complicadas do que se supunha. Ao participar do processo de realização de experimentos históricos, os alunos podem vivenciar cada detalhe e com isso, fugir das simplificações sobre a Natureza da Ciência que aparecem nos livros didáticos.

c) **Aumentar o próprio conhecimento científico:** Os experimentos históricos podem melhorar o conhecimento da Natureza da Ciência, no sentido de aumentar, melhorar ou fornecer conhecimentos diferentes dos que estão disponíveis. O autor enfatiza a sua discussão sobre a História e Filosofia da Ciência como "ciência complementar", ou seja, na recuperação de conhecimentos que ficaram esquecidos devido ao avanço científico (apesar dos ganhos do desenvolvimento científico, dificilmente consegue-se trabalhar com todas as questões que foram levantadas inicialmente), trazendo contribuições genuínas à Ciência. A incorporação da ciência complementar na educação científica traria como benefícios o incentivo a formulação de hipóteses originais e à investigação independente.

Os dois primeiros propósitos são aceitos e bem discutidos na literatura sobre experimentos históricos. O terceiro, Chang propõe a partir da sua discussão sobre a "ciência complementar" (CHANG,2011, p. 321). Ao replicar os experimentos históricos, no mínimo, os estudantes conseguem desenvolver mais conhecimentos sobre o passado e aspectos da Natureza da Ciência. Estas contribuições são essenciais para uma educação com uma ênfase mais contextual. Quanto a aumentar o próprio conhecimento científico também é uma atividade importante para a educação devido às vivências que possibilitam complementar os conceitos e realizar atividades próximas às que são feitas durante uma pesquisa original.

Nas aulas práticas convencionais, geralmente, os experimentos seguem um protocolo determinado e/ou servem para fazer "demonstrações" sobre a aula teórica. Por isso, as atividades são mais fechadas à uma investigação independente, com as dúvidas pessoais dos estudantes. O ensino de Ciências que se pauta por trabalhar apenas com o quadro básico de conhecimentos da ciência atual, através de um caminho restrito por uma perspectiva especialista, desperdiça a chance de explorar outras potencialidades didáticas do conhecimento científico. Desenvolver experimentos históricos, neste caso, auxiliaria na contextualização e complementação dos conhecimentos, mostrando a complexidade da atividade científica e dos percursos na construção dos conceitos. Além de mostrar a inter-relação entre áreas, que geralmente são apresentadas de modo totalmente desconexo. Isso nos ajuda a defender o ponto de vista que, trabalhar com a História da Ciência e a replicação de experimentos históricos, apesar de resgatar conhecimentos de tempos passados não os torna como métodos

ultrapassados. Pelo contrário, a investigação ativa realizada pelos experimentos históricos é uma estratégia inovadora na educação científica.

Geralmente, os conteúdos científicos nos livros e nas aulas, passam por um processo didático com a finalidade de facilitar a explicação e a aprendizagem. Mas nesse processo de "simplificação", pode ocorrer a deturpação de aspectos da Natureza da Ciência. Também com a seleção de conteúdos que são mais clássicos pode causar uma desmotivação na aprendizagem por parecer que a ciência esteja distante do cotidiano. Por isso, abordar conhecimentos que não estão incluídos na Ciência atual, como episódios de História da Ciência durante a educação científica, por exemplo, pode auxiliar na contextualização dos conceitos. Portanto não é um desperdício do tempo didático das aulas, mas um investimento qualitativo para uma melhor compreensão.

Os experimentos históricos estão fora de "estruturas pedagógicas padrão", com um processo muitas vezes mais real de investigação científica. Isso facilita uma percepção melhor da natureza da prática científica, sem as simplificações e distorções realizadas na educação científica (CHANG, 2011). Portanto, a replicação de experimentos históricos ou a História da Ciência como estratégia didática nas aulas de Ciências complementam a aprendizagem, sem precisar abrir mão dos recursos que estão disponíveis no ambiente escolar.

Pela necessidade de pesquisa de mais informações sobre o contexto histórico, social e cultural de um episódio da Ciência que foi selecionado para fins didáticos, os estudantes podem desenvolver o aprendizado de uma maneira mais crítica, pois terão elementos para relacionar as condições técnicas do passado e as atuais. Por isso, acreditamos que os conceitos e conhecimentos que não são mais aceitos atualmente não gerariam equívocos no processo de ensino-aprendizagem, desde que os elementos de História da Ciência sejam bem conduzidos e articulados com o currículo e à realidade escolar. Além disso, poderão perceber que os fenômenos naturais e fatos podem ser explicados de diferentes formas e, que o contexto de desenvolvimento de determinada área pode influenciar no modo como a conhecemos. A replicação de experimentos históricos por precisar de: hipóteses, propostas experimentais, realização e análise das práticas, além da pesquisa do contexto histórico, social e cultural é uma modalidade ativa de educação que pode aumentar a motivação dos estudantes, pela necessidade de participação em todo o processo.

No caso da replicação de experimentos históricos por meio de simulações computacionais, como foi relatado por Bonera *et al* (1992), é possível obter um diagnóstico da aprendizagem, pelas dificuldades, dúvidas e atividades realizadas pelos estudantes e registradas no computador ou em planilhas. Apesar do desenvolvimento das atividades serem realizadas

de forma autônoma, esses dados podem auxiliar os professores no planejamento didático e de certa forma, servir como uma autoavaliação para os estudantes.

Riess (2000) avaliou que os experimentos históricos no ensino superior podem dar novas perspectivas para os estudantes e professores, pois pode-se observar os fenômenos, termos, leis e teorias fora de uma ordem sistemática convencional, de acordo com a análise histórica construída.

Cavicchi (2008) relatou como contribuições dos experimentos históricos a formação de um senso histórico, nos estudantes, resultante do processo educativo em que eles faziam observações, investigações e análise, relacionando as coisas do cotidiano com os materiais históricos. As visitas aos museus, a realização dos experimentos e o contato com objetos históricos e o contexto histórico-científico permitiu que ocorresse a desfragmentação do saber científico. Com essas contribuições apontadas por Cavicchi (2008), queremos exemplificar a importância da articulação dos conhecimentos atuais com o desenvolvimento histórico-científico de uma determinada área, pois por desinformação das potencialidades da História da Ciência na educação, ainda há pesquisadores que não valorizam a replicação de experimentos históricos e o acesso a museus como estratégias didáticas que possam melhorar a compreensão do contexto da pesquisa e dos conhecimentos científicos. Portanto, apesar de se remeterem às atividades do passado, ambas as estratégias mencionadas não são ultrapassadas em relação às contribuições para o processo de ensino-aprendizagem atual.

Quanto aos experimentos históricos, para a educação de cidadãos e cientistas, é importante que historiadores e educadores de Ciências consigam desenvolver quantitativamente e qualitativamente estudos e atividades com experimentos clássicos (principalmente os que estão mais presentes no currículo educacional) para que tanto os professores quanto os estudantes consigam compreender melhor o contexto de desenvolvimento do conhecimento científico, além de possibilitar a pesquisa de temas relacionados, de acordo com os interesses apresentados. Também, com o aprofundamento de questões, é possível o encontro de novas implicações para a Ciência.

A replicação de experimentos históricos, assim como a realização de práticas didáticas podem melhorar os aspectos cognitivos e afetivos, bem como na aquisição de habilidades técnicas e manuais. Mas destacamos principalmente como contribuições dos experimentos históricos, a motivação e um processo ativo de reflexão e crítica. Através da discussão dos resultados dos experimentos e da vivência do processo de construção de um conhecimento científico, os estudantes podem compreender melhor a Natureza da Ciência e ter um aprendizado mais significativo em Ciências.

2.1.2 A replicação de experimentos históricos de Charles Darwin na educação científica e na formação de professores de Biologia: exemplos e possibilidades

Darwin fez uma grande quantidade de trabalhos experimentais durante a sua vida, que abrangeu uma variedade de tópicos em Biologia, relacionados aos seus trabalhos de evolução. Isso fornece aos professores de Biologia valiosos recursos para se trabalhar a Natureza da Ciência (DENISSON, 1993, p. 50). Apesar dos seus trabalhos com a teoria evolutiva dos seres vivos serem os mais conhecidos, Charles Darwin realizou experimentações em diversas áreas da Biologia, como a Botânica, a Ecologia, a Zoologia, dentre outras.

O documentário No jardim de Darwin (*Darwin's Garden*), produzido pela BBC (British Broadcasting Corporation) de Londres e exibido em abril de 2009, é composto por três episódios: Ideias perigosas (*Dangerous ideas*), O grande debate (*The Storm Breaks*) e Sobre macacos e homens (*Of Apes and Men*). Neles, o entomologista Jimmy Doherty refaz diversos experimentos realizados ou descritos por Charles Darwin em seus livros e manuscritos, na estufa e jardim do naturalista. Essa iniciativa de divulgação científica foi bem importante ao popularizar o lado experimental de Charles Darwin e de fornecer informações para a discussão e realização de experimentos.

Há também trabalhos relacionados ao ensino de Biologia e História da Ciência que citam alguns trabalhos experimentais de Charles Darwin (DENISSON, 1993; ALLCHIN, 2004).

O *The American Biology Teacher* é uma publicação da *National Association of Biology Teachers* (NABT) sobre conteúdos e comentários em implicações sociais e éticas da biologia no ensino de Biologia e Ciências, apresentando: estratégias educacionais para a sala de aula, laboratórios e trabalho de campo; tendências do ensino de biologia; e assistência ao desenvolvimento profissional da área. É uma revista em que essa área é bastante reconhecida nos Estados Unidos da América, por pesquisadores e professores.

Na seção *How-To-Do-It*, Robert Denisson (1993) apresenta uma série de observações e experimentos que Darwin fez em seu último livro *The Formation of Vegetable Mould (through the action of worms with observations on their habits)- A Formação de mofo vegetal (a partir da ação de minhocas com a observação sobre os seus hábitos),* pois acredita que esses manuscritos podem fornecer um modelo da elaboração do trabalho experimental de Darwin, desde os procedimentos até às conclusões (DENISSON, 1993, p. 50). Conseguir observar as hipóteses, os procedimentos e as conclusões que os "cientistas" chegaram é importante para compreender a construção do conhecimento de uma determinada área, em seu contexto social.

Dennison destaca que a apresentação do trabalho de Darwin ilustra melhor o "método científico" do que qualquer descrição de livro-texto, baseado na própria experiência com os

seus alunos nas aulas de Biologia (DENISSON, 1993, p. 50). Os objetivos relatados por ele foram os de permitir que os estudantes refizessem os "passos" de Darwin, tendo a possibilidade de compreender a natureza do método científico na prática e perceber que eles podem tentar resolver problemas, por conta própria, ou seja, que os estudantes também podem desenvolver atividades realizadas por cientistas. Adicionalmente, o objetivo dele a longo prazo seria o de reforçar o conceito de que a Biologia deve ser estudada em um contexto guiado pela teoria da Evolução. Essa abordagem didática permitiu que ocorressem discussões para a aprendizagem da Natureza da Ciência, da percepção de como a teoria evolutiva permeia a Biologia e de como elaborar práticas a partir das hipóteses, guiados por uma teoria.

Em sala de aula, o professor forneceu aos estudantes as observações iniciais de Darwin, sobre o afundamento de objetos na terra. A partir disso, os alunos elaboraram as próprias hipóteses para a explicação do mesmo fenômeno. Em seguida, o professor apresentou as hipóteses de Darwin, de que o afundamento de pedras se devia à ação de minhocas. Em pequenos grupos, os estudantes fizeram um "*brainstorm*" para desenvolver deduções testáveis para as hipóteses. Cada grupo compartilhou as deduções com a sala e foi elaborada uma lista comum da classe, seguida de discussões de como testá-las. Depois que os alunos chegaram a um consenso, receberam as descrições de como Darwin elaborou as questões, através de trechos de seus originais (DENISSON, 1993, p. 50). Nesta proposta, a preocupação de Denisson não era necessariamente realizar os experimentos, mas de desenvolver com os estudantes o processo que muitas vezes é feito nos trabalhos científicos. Mas ele ressalta que se o tempo e as condições materiais permitirem, os experimentos poderiam ser uma "fonte de diversão".

Denisson (1993) também salienta que os estudantes provavelmente chegarão a uma lista de deduções semelhantes às do naturalista e podem acessar os resultados dos estudos de Darwin, que forneceram evidências de que a hipótese sobre a ação das minhocas poderia estar correta (DENISSON, 1993, p. 51). Esse fato de as ideias dos alunos serem parecidas com as do naturalista, geralmente tem um efeito positivo sobre a aprendizagem, no sentido de tornar a ciência como mais próxima das capacidades cognitivas e das habilidades dos estudantes.

Dentre as contribuições de se trabalhar com os experimentos de Darwin, Denisson cita:

1- Usar as observações para chegar a uma hipótese por indução;
2- Derivar um conjunto de deduções baseadas nesta hipótese;
3- Testar essas deduções experimentalmente;
4- Utilizar os resultados dos experimentos para julgar a hipótese. (DENISSON, 1993, p. 51)

Ao invés da leitura das descrições do "método científico" em um livro, Denisson (1993) destaca a importância da abordagem de experimentos, através da compreensão dos "passos" e dos "métodos" adotados pelo personagem histórico. Após o contato com os problemas a serem

resolvidos em épocas passadas, os estudantes podem melhorar a sua compreensão e confiança na ciência. A partir dos resultados dos experimentos, as hipóteses podem ser confirmadas, modificadas ou até descartadas. E não cessam o debate, pois podem surgir outras questões, como por exemplo, o que levou Darwin a pesquisar tal assunto. Despertar o interesse dos estudantes para os mesmos assuntos que geraram curiosidade em Darwin (DENISSON, 1993, p. 51) também é uma maneira de aproximar o trabalho científico para a sala de aula. O pesquisador exemplificou as ações de Darwin para descobrir os sentidos que as minhocas possuíam (como audição, visão, tato, cheiro e gosto) e a inteligência. Segundo ele, os alunos gostaram de imaginar o Darwin realizando esses testes, gritando, assobiando e tocando música clássica para as minhocas.

Antes de finalizar o seu trabalho com uma lista de fontes de experimentos de Darwin, como um subsídio para os professores que quisessem conhecer e aplicar outras estratégias experimentais, Denisson apresenta três razões para a utilização dos experimentos históricos de Darwin:

1- Ensinar um conceito específico de um experimento, em particular;

2- Reiterar o valor de "bons" métodos científicos; e

3- Reforçar a importância da teoria evolutiva como um quadro conceitual para a interpretação de diversos aspectos da Biologia (DENISSON, 1993, p. 51).

Douglas Allchin (2004) selecionou e apresentou quatro experimentos clássicos da História da Biologia (Meselson e Stahl e a replicação do DNA; John Snow e a cólera; Christiaan Eijkman e o Beribéri; e Charles Darwin e a germinação das sementes) como forma de ter acesso a informações importantes sobre o desenvolvimento da Biologia e uma compreensão da ciência em sua totalidade. Dentre eles, Allchin cita o desafio de Charles Darwin em explicar as relações biogeográficas e similaridade de fauna e flora entre as ilhas de Galápagos e o continente sul-americano e o seu processo de investigação quanto à dispersão das plantas por correntes oceânicas e os efeitos da água salgada na germinação de sementes (ALLCHIN, 2004). O conhecimento do contexto e das decisões tomadas por Charles Darwin durante o processo do desenvolvimento de seus trabalhos, da obtenção de evidências e a elaboração da teoria evolutiva é um diferencial no ensino-aprendizagem de Biologia. Acompanhar e compreender os modos de "se fazer ciências" de tempos passados podem fornecer elementos para a observação dos históricos científicos e da assimilação dos procedimentos antigos e atuais[14].

---

[14] No segundo semestre de 2015, fiz a disciplina História e Natureza da Ciência, que foi oferecida no Instituto de Biociências da USP para a pós-graduação e graduação pelos professores Douglas Allchin e Maria Elice Brzezinski Prestes, com o acompanhamento da pós-doutoranda do Programa Interunidades em Ensino de Ciências (USP) Thais Cyrino de Mello Forato. Desenvolvemos (eu e as colegas Eliane Cardoso e Tatiane Braga Afonso)

A maioria dos naturalistas que trabalhavam com fisiologia vegetal no século XIX tinham a concepção de que a planta não possuía sensibilidade e que a sua movimentação se devia a forças gravitacionais. Darwin tinha uma ideia oposta, ou seja, acreditava que as plantas eram sensíveis e buscou evidências em suas pesquisas. No período de 1863 a 1865 investigou a movimentação das plantas trepadeiras e as vantagens de sobrevivência que isso trazia, provavelmente pensando em um contexto evolutivo de adaptação.

Darwin realizou experimentações com diversos vegetais: orquídeas, plantas insetívoras, trepadeiras, aveia, dentre outras, de modo informal, para satisfazer as suas curiosidades e hipóteses. Em uma de suas correspondências com especialistas, em 1863, o botânico Alphonse de Candolle (1806-1893) sugere que para Darwin dar mais veracidade aos seus experimentos com plantas ele deveria construir uma estufa, por proporcionar condições mais adequadas. O naturalista aceita a sugestão e em fevereiro de 1863 iniciou-se a construção de uma estufa com várias extensões aquecidas e com as indicações dos botânicos da época para um local que proporcionasse melhores condições para as suas investigações. Ele cita a estufa em cartas para os botânicos Hooker em janeiro de 1864 e em fevereiro de 1864 para Asa Gray.

Nos debruçamos sobre a criação do estudo de caso, no estudo sobre os movimentos fototrópicos estudados durante o período compreendido entre 1873 a 1880, por Charles Darwin com a ajuda de colaboradores, como os botânicos acima citados e de seu filho Francis Darwin (1848- 1925).

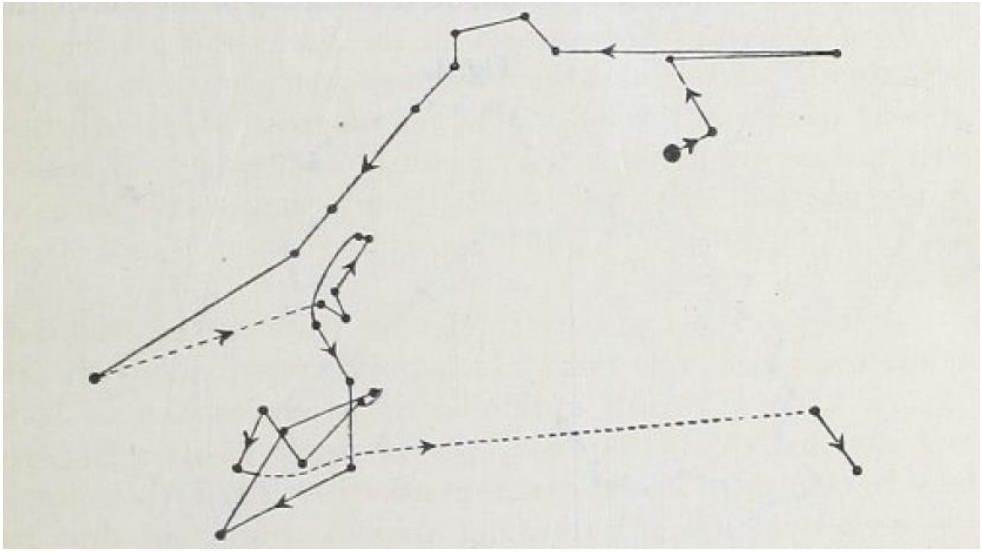
No capítulo XII do livro *The Power of Movement in Plants* (O Poder do Movimento em Plantas), Darwin deu ênfase em uma evolução gradual e faz analogia de partes das plantas com os animais. Por exemplo, ele fez a comparação da ponta da raiz de um vegetal e a sua capacidade de reagir de forma adaptativa em resposta a uma variedade de estímulos, com um cérebro animal. Darwin foi cuidadoso em estabelecer uma distinção entre os dois reinos da natureza e as partes que compõem esses mecanismos (DARWIN, 1881, p. 571-572).

Quando Darwin publicou o livro *The Power of Movement in Plants*, em 1880, um dos experimentos que ele fez para observar a movimentação das plantas, teve como resultado vários traços, que formavam a figura do desenvolvimento de determinadas espécies vegetais. Ao longo do livro, podem-se observar vários desenhos, como o da figura 1:

---

um estudo de caso sobre os estudos de Charles Darwin sobre os movimentos das plantas como trabalho final deste curso.

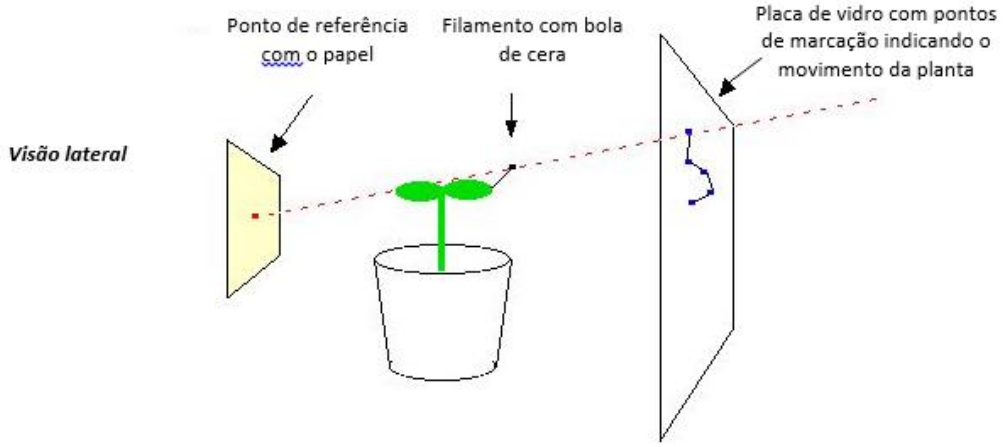
Figura 1. Diagrama do movimento de circumnutação de Couve (*Brassica oleracea*).



Fonte: http://plantsinmotion.bio.indiana.edu/plantmotion/projects/darwin/darwinspmp.html

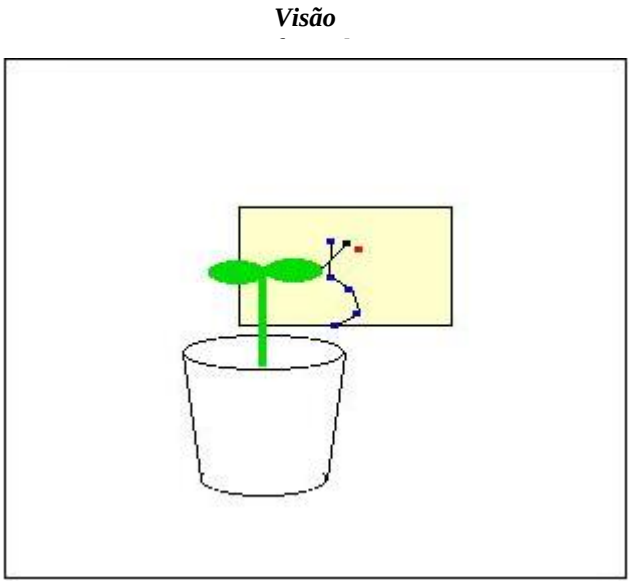
A figura 1 (Darwin, 1881, p. 13), foi traçada em um vidro. Darwin construiu o experimento da seguinte forma: ligou uma das extremidades de um filamento de vidro fino em uma planta com uma gota de cera e com um pedaço de papel, ligado à outra extremidade do filamento. Atrás da planta, ele colocou um pedaço de papel e desenhou um pequeno ponto. Depois, colocou um pedaço de vidro na frente da planta e ao observá-la, movendo a cabeça, marcou outro ponto, tendo como referência o local e a bola de cera. Darwin observou a planta desse mesmo modo em momentos diferentes, e através dos pontos desenhados no vidro foi possível construir um diagrama com os movimentos da planta, conforme mostram as figuras 2 e 3.

Figura 2: Modelo esquemático do equipamento simples confeccionado por Darwin, para ampliação do movimento de plantas.



Fonte: http://plantsinmotion.bio.indiana.edu/plantmotion/projects/darwin/darwinspmp.html

Figura 3. Modelo esquemático do equipamento simples confeccionado por Darwin, para ampliação do movimento de plantas.



Fonte: http://plantsinmotion.bio.indiana.edu/plantmotion/projects/darwin/darwinspmp.html

Com um experimento realizado com recursos acessíveis para testar a sua hipótese da sensibilidade das plantas à luz e a sua resposta através da movimentação, é possível trabalhar com os estudantes em sala de aula os "passos" dessa investigação científica. No estudo de caso, foram tratados outros aspectos da Natureza da Ciência e do contexto pessoal e científico dos personagens selecionados. Apesar da criação do trabalho de final de disciplina ter como objetivo a apresentação do estudo de caso através de um processo investigativo, é possível adaptá-lo também para a replicação de experimentos históricos.

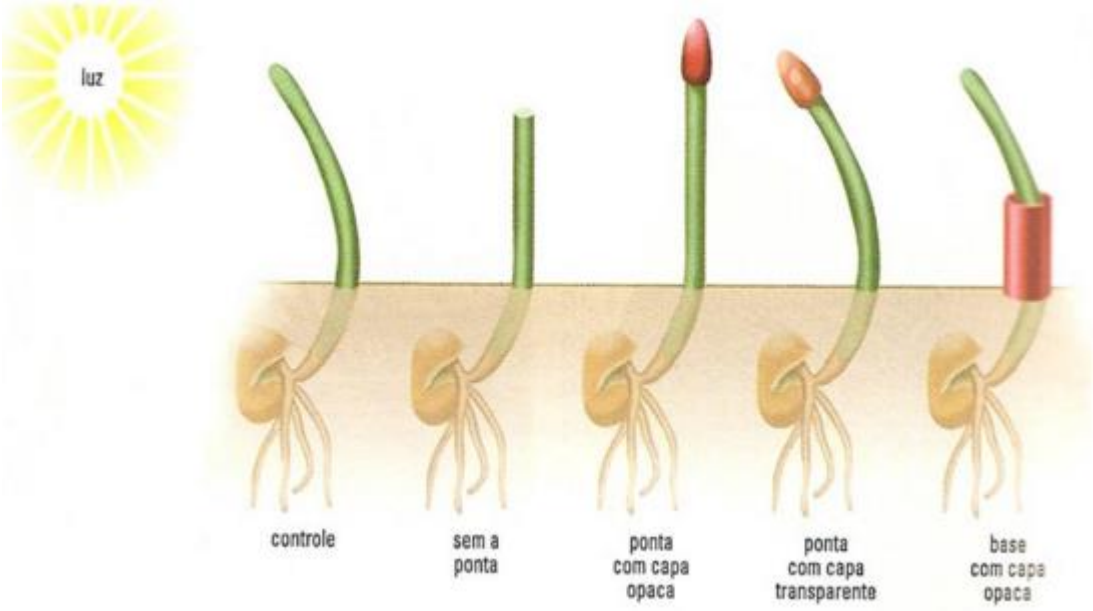
Outro experimento de Darwin que geralmente é mencionado em livros didáticos de Biologia, em Botânica, sobre o que conhecemos hoje como fototropismo, é o do crescimento de plantas de alpiste em direção à luz. Darwin percebeu que plantas de alpiste recém-germinadas cresciam retas se fossem iluminadas uniformemente. Com a variação de luz em apenas um lado, notou que a planta se curvava naquela direção. Charles Darwin e seu filho Francis Darwin tiveram a ideia de cortar a ponta do coleóptilo[15] de algumas plantas de alpiste recém-germinadas. Com a ponta do coleóptilo cortado, as plantas não cresciam. Outras plantas foram cobertas com uma lâmina de estanho que bloqueava a luz: a planta crescia, mas não se curvava em direção a luz. Num terceiro grupo de plantas, a ponta do coleóptilo foi coberta com

[15] O coleóptilo é uma bainha protetora do caule, que aflora da terra durante a germinação e que contém no seu interior as primeiras folhas.

um papel transparente, observando-se então a curvatura em direção à luz. Esse fato se repetiu quando a base do coleóptilo foi coberta com estanho.

Na ilustração abaixo (figura 4), podemos observar os conjuntos de experimentos realizados por Darwin comumente encontrados em materiais didáticos. No primeiro esquema há um vegetal, como grupo controle, em que a ponta do coleóptilo não foi retirada. Por isso, há o crescimento da planta em direção à luz; na segunda ilustração o coleóptilo foi retirado e por isso não houve crescimento; no terceiro, a ponta do coleóptilo foi coberta com uma capa opaca e não houve crescimento em direção à luz; na planta em que foi colocada uma capa transparente na ponta do coleóptilo, houve crescimento em direção à luz; e no último exemplo, em que foi colocada uma base com capa opaca no vegetal houve crescimento em direção à luz.

Figura 4. Ilustração de cinco conjuntos de coleóptilos que receberam uma fonte de luz unilateral.



Fonte: http://fisiologiavegetal.webnode.com.br/movimentos-vegetais/

O primeiro registro da menção a um grupo controle em experimentos é atribuído a Darwin (Darwin, 1881, p. 162), quando ele relata os resultados de experimentos com ervilha (*Pisum sativum)*

De acordo com Chang (2011), a ciência atual faz parecer que já se sabe quase tudo sobre os assuntos e que faltaria apenas alguns detalhes para completar “uma verdade” sobre a natureza. Ao fazer investigações sobre a ciência do passado, é possível perceber que a ciência atual negligenciou ou precisou deixar muitos conhecimentos para trás (CHANG, 2011, p. 337). Nesta tese, buscamos enfatizar o legado experimental da História da Ciência, e principalmente de Charles Darwin. Apesar de os trabalhos de Darwin serem bastante explorados, sempre há a possibilidade de conhecer detalhes omitidos que possam gerar mais motivação, melhorar a

compreensão dos conhecimentos e gerar a identificação dos estudantes com a situação-problema, gerando engajamento e uma melhor contextualização histórica-científica.

2.1.2.1 Replicação de experimentos históricos na formação de professores de Biologia

O Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) possibilita a inserção de estudantes de cursos de licenciatura no ambiente da educação básica para que possam ser desenvolvidas experiências práticas no contexto escolar. O contato que os licenciandos tem com os professores e estudantes permite que haja um intercâmbio proveitoso para todos: o conhecimento de realidades escolares e da atuação dos professores na disciplina em questão auxiliam os futuros professores no desenvolvimento de aspectos práticos em relação à sua área de conhecimento; os estudantes e os professores interagem com as propostas didáticas desenvolvidas na Universidade; e uma troca profícua de conhecimentos entre os licenciandos e professores, de modo a envolver a formação inicial e continuada.

O capítulo de livro "História da Ciência na formação docente: estudo de caso junto a supervisor e educador do PIBID, subprojeto IBUSP", originado de um relato analítico-crítico de experiência do PIBID[16] na Universidade de São Paulo, conta algumas das experiências que contribuíram para o processo de formação continuada do supervisor do subprojeto – Marcel Valentino Bozzo e de um educador voluntário do Laboratório de Licenciatura (LAbLic) IBUSP- Thiago Marinho Del Corso. Nesse subprojeto, desenvolvido nos anos de 2012 e 2013, os licenciandos do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IBUSP) se integraram aos professores supervisores e ao coordenador de área para a elaboração de instrumentos pedagógicos e de práticas a serem realizadas na escola (BOZZO; DEL-CORSO, PRESTES, 2015).

Foram relatadas as experiências desenvolvidas na EMEF Pres. Campos Salles, localizada na região sul de São Paulo, que atende ao ensino regular e Educação de Jovens e Adultos (EJA) nos dois níveis do ensino fundamental, com um projeto político pedagógico inspirado nas escolas democráticas. Uma equipe composta por cinco bolsistas, uma coordenadora, um supervisor e um educador voluntário realizaram reuniões de grupo para discussões de texto da literatura de História da Ciência no ensino e também para momentos

[16] O projeto PIBID/USP "A docência como componente articulador de teoria e prática na formação inicial e continuada do professor", que foi elaborado e coordenado pelo prof. Dr. Vinício de Macedo Santos (FEUSP) e que teve como subprojeto do IBUSP "Sequências didáticas voltadas à replicação de experimentos históricos, modelos e simulações em intervenções de estágio de formação de professores de ciências e biologia", que foi elaborado e implementado sob a coordenação da profa. Dra. Maria Elice de Brzezinski Prestes.

reflexivos sobre as práticas. A partir da definição de uma sequência didática composta por cinco momentos, com um episódio histórico de Robert Hooke (1635-1703), os licenciandos em Ciências Biológicas puderam fazer uma replicação de experimentos históricos, propor experimentos de extensão e modelos tridimensionais. Foi adotada uma tradução, que foi preparada para o desenvolvimento dessas atividades de ensino-aprendizagem, do texto "Do esquema ou textura da cortiça e das células e poros de alguns outros corpos espumosos", de Robert Hooke. Esse episódio histórico foi escolhido devido à importância de ser a primeira publicação que apresenta o termo "célula" e que trouxe contribuições para trabalhos posteriores com a investigação microscópica de estruturas celulares e de seres vivos.

Na EMEF Pres. Campos Salles, os estudantes desenvolvem roteiros de estudo em um salão de estudos ou em outros espaços, como o laboratório de informática, sala de leitura e quadras esportivas, tendo a mediação com três professores orientadores. No roteiro de estudos constam atividades obrigatórias e opcionais e os estudantes só recebem novos roteiros quando tiverem os anteriores avaliados como satisfatórios, pelos professores. No salão de estudos, ficavam aproximadamente 100 alunos com idade média de 12 anos, trabalhando com os roteiros, em grupos com até 4 integrantes.

Para se adequar ao contexto escolar, a sequência didática foi dividida em cinco momentos, através de roteiros de estudos. Cada aplicação de um roteiro teve a duração aproximada de duas aulas, totalizando 10 aulas até o fim de toda a proposta didática. É importante ressaltar que não houve um momento específico para a apresentação das propostas: no salão de estudos, os licenciandos do PIBID apresentaram os roteiros de acordo com a disponibilidade dos estudantes para a atividade. Foram propostas: investigações sobre fenômenos naturais, materiais e conteúdos para o contato com o episódio histórico, leitura de um texto original de Robert Hooke, a construção de um modelo tridimensional de células animais e vegetais e a comparação com o que foi descrito por Hooke e a elaboração de uma carta simulando a divulgação dos trabalhos de Robert Hooke à comunidade científica.

Apesar de algumas dificuldades relatadas pelos autores, como falhas de comunicação no final dos encontros ocasionada pelo grande número de estudantes no salão de estudos e o pouco envolvimento dos professores mediadores nas atividades, o trabalho contribuiu com várias reflexões sobre as práticas educativas e à adequação aos contextos institucionais. Em relação à replicação de experimentos históricos, os estudantes puderam fazer observações nos microscópios e discutirem o contexto das observações realizadas por Hooke. O fechamento da atividade, com a redação de uma carta para a comunicação dos resultados da pesquisa de Hooke, além do aspecto lúdico, que é bem recomendado para a idade dos estudantes, conseguiu também exemplificar como eram feitas as trocas de informações e aspectos da Natureza da Ciência.

Nas considerações finais, os autores destacaram a polivalência de professores e a univalência de modalidade didática, ou seja, os professores mediavam assuntos diversos através de uma maneira de se trabalhar (geralmente os roteiros) (BOZZO; DEL-CORSO, PRESTES, 2015, p. 178). Essas características indicaram pontos a serem melhor planejados: o professor polivalente dificilmente irá se aprofundar em aspectos históricos da ciência, se não tiver interesse ou um contato durante a sua formação. Neste sentido é preciso pensar na História da Ciência como parte da formação dos professores, tanto na formação inicial, quanto na formação continuada ou em projetos pontuais, para que que desfrutem melhor dos benefícios que os recursos históricos podem fornecer. A variação de estratégias didáticas também é preferível, pois aumenta as possibilidades de ensino-aprendizagem através da aproximação de meios que correspondam às aptidões dos estudantes.

Consideramos que nessa experiência, para os licenciandos em Ciências Biológicas em sua formação inicial, houveram contextos bem desafiadores: fazer intervenções didáticas em uma escola pública democrática, através da História da Ciência, com a replicação de experimentos históricos e a utilização de modelos tridimensionais. Para compreender o funcionamento e as propostas das escolas democráticas é necessário um período de amadurecimento das ideias pedagógicas. A discussão da literatura em História da Ciência, incluindo a sua interface com a educação, também requer um período de leituras, discussões e reflexões. Na formação continuada do supervisor, do educador e da coordenadora, o contexto escolar e a elaboração de estratégias e materiais relacionados ao episódio histórico para o ensino foram as questões que demandaram mais empenho da experiência e produção didática e intelectual. Nas duas realidades de formação, assim como também deve ter sido uma experiência diferente para os professores mediadores da escola em questão, trabalhar os aspectos históricos do desenvolvimento científico na educação possibilita a expansão dos conhecimentos teóricos, científicos e pedagógicos.

Apesar das críticas e das reflexões sobre as dificuldades, a experiência dessa sequência didática foi incorporada na prática dos dois primeiros professores-autores (BOZZO; DEL-CORSO, PRESTES, 2015, p. 179). Através do conhecimento de trabalhos empíricos sobre a História da Ciência na educação e também na formação de professores, é possível que a partir das experiências compartilhadas e de processos reflexivos sejam aprimorados o planejamento e a avaliação da inserção da História da Ciência no ensino. Na cooperação entre licenciandos em formação e professores no exercício da profissão ocorre uma ressignificação da relação universidade-escola na formação inicial, em uma posição de diálogo (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p. 115-116). A construção de um repertório sobre episódios históricos aplicados na educação, principalmente os relacionados à replicação de experimentos

históricos, também permite aos professores e pesquisadores da área de educação científica o delineamento de tendências e a busca do aperfeiçoamento dos processos didáticos e científicos.

Capítulo 3. História da Ciência na licenciatura em Ciências Biológicas: aspectos qualitativos

Neste capítulo, apresentamos alguns aspectos qualitativos da investigação sobre a História da Ciência na formação de professores de Biologia. Iniciaremos pelo contexto e análise das entrevistas de professoras da educação básica e de um professor formador.

3.1 Pesquisa de campo em São Caetano do Sul (SP): contexto educacional

O município de São Caetano do Sul, localizado no estado de São Paulo e próximo a capital paulista (12 Km), pertence a uma região conhecida como ABC Paulista. Segundo o censo de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) há aproximadamente 150.000 habitantes em São Caetano do Sul. É considerada uma das principais cidades mais desenvolvidas do Brasil, devido ao primeiro lugar entre os municípios do país no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM – 0,862), que foi divulgado em 2013. Em 2002, São Caetano do Sul também ficou em primeiro lugar em tal índice.

Em 2016, ano em que foi realizado um trabalho de campo em São Caetano do Sul, a rede educacional era composta por: 16 Escolas Municipais Integradas (EMIs), de período integral, 22 Escolas Municipais de Educação Infantil (EMEIs) e três creches, para a educação infantil; 20 Escolas Municipais de Ensino Fundamental (EMEFs), sendo que em 7 funcionavam em tempo integral e 3 possuíam tanto o Ensino Fundamental, quanto o médio (a maioria dos alunos do Ensino Médio do município era encaminhada para as 10 escolas da rede estadual de Educação).

São Caetano do Sul conta com uma boa estrutura educacional[17] municipal:

a) um centro de formação de professores: o Centro de capacitação de profissionais da Educação Dra. Zilda Arns (CECAPE) tem como objetivo aprimorar a gestão educacional, promovendo o desenvolvimento profissional dos professores, atentando-se com a formação de diretores, coordenadores pedagógicos e orientadores educacionais e monitorando as escolas, em avaliação, suporte didático-pedagógico e infra-estrutura[18]. O CECAPE também foi responsável pela elaboração do currículo da educação básica do município, na criação e

---

[17] Informações encontradas no site da Prefeitura de São Caetano do Sul, disponível em: < http://www.saocaetanodosul.sp.gov.br/secretarias/educacao.html> Acesso em: 30 de junho de 2016.

[18] Informações obtidas no site da prefeitura de São Caetano do Sul

implantação da Prova São Caetano e tem uma equipe de 55 especialistas em Educação Inclusiva, que atendem todas as escolas básicas da rede municipal;

b) uma escola municipal de idiomas: A Escola Municipal de Idiomas Paulo Sérgio Fiorotti oferece à população de São Caetano do Sul cursos de línguas: tanto novos idiomas quanto o aperfeiçoamento do Português. São oferecidos cursos das seguintes línguas estrangeiras: Alemão, Espanhol, Francês, Inglês e Italiano. É necessário fazer um processo seletivo para a classificação e são atendidos cerca de 4 mil alunos, além de pólos que também atendem a terceira idade;

c) uma escola municipal de informática: A Escola Municipal de Informática Professora Neusa Maria Nunes Branco oferece 19 cursos gratuitos de informática, com oferecimentos semestrais. Possui cerca de 850 alunos, com faixa etária dos 12 aos 84 anos.São oferecidos também cursos para deficientes visuais e para a terceira idade.

d) centro digital para a inclusão às tecnologias: O Centro Digital do Ensino Fundamental está à disposição dos estudantes e munícipes para o acesso a computadores e internet. São promovidas também oficinas tecnológicas para promover a inclusão digital.

e) programas de inclusão escolar: A Fundação Municipal Anne Sullivan, antes era uma escola especializada que atendia em suas instalações apenas estudantes com surdez. A partir de 2010, passou a oferecer nas próprias escolas municipais um atendimento educacional especializado mais amplo (além da surdez e surdocegueira, estendeu seu atendimento a estudantes com transtornos ligados ao autismo, paralisia cerebral, síndromes, transtorno global do desenvolvimento e altas habilidades) e fornece suporte às equipes pedagógicas das escolas para auxiliar em estratégias para os estudantes com dificuldades ou transtornos de aprendizagem. No Programa de Inclusão Escolar, em São Caetano do Sul, está previsto que em todas as escolas de ensino fundamental tenha um professor especialista em Educação Especial para orientar a equipe pedagógica e/ou fazer atendimento especializado, em salas de recursos multifuncionais em período de contraturno escolar.

f) recursos pedagógicos e bibliotecas: Há duas bibliotecas municipais de São Caetano do Sul: a Paul Harris e a Dona Ester Mesquita que estão disponíveis para a pesquisa e realização de atividades culturais.

g) parque botânico e escola municipal de ecologia: A Escola Municipal de ecologia Presidente Jânio da Silva Quadros também possui um Parque Botânico e foi fundada em abril de 1992. São oferecidas atividades de educação ambiental em uma área de 23 mil metros quadrados, através de visitas monitoradas, cursos e palestras, atividades especiais ligadas ao meio ambiente e exposições. Nesta escola também há a sementeira municipal, que fornece plantas para as áreas verdes da cidade.

h) uma universidade municipal (Universidade Municipal de São Caetano do Sul – USCS).

O fato da cidade de São Caetano do Sul ser destaque no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e ter uma estrutura educacional diversificada auxiliaram na escolha do município para a realização da pesquisa com professores de Ciências e Biologia. Por ter uma infraestrutura que se destaca no cenário educacional brasileiro, consideramos que os professores atuantes tivessem mais incentivos para a formação continuada, o que aumentaria a possibilidade do contato com a História da Ciência.

3.2 Entrevistas com professoras de Ciências e Biologia: contato e procedimentos metodológicos

No início do mês de outubro de 2016, fizemos contatos telefônicos com todas as escolas municipais de São Caetano do Sul. Procuramos conversar com a direção ou coordenação pedagógica para explicar os objetivos da pesquisa e consultar sobre o interesse de participação dos professores de Ciências e Biologia. Mas as tentativas por telefone não geraram um retorno efetivo. Por isso, foram planejadas visitas de campo em algumas escolas.

Presencialmente, em novembro de 2016, consegui conversar com a direção ou coordenação pedagógica de algumas escolas. Nas escolas em que conseguimos o contato com a coordenação pedagógica, explicamos que a pesquisa não visava avaliar os professores, os alunos e a escola, mas saber sobre a percepção dos professores sobre a sua própria formação acadêmica e profissional. Falamos que para o nosso trabalho, precisávamos de professores formados em Ciências Biológicas, a partir do ano de 2002 e que lecionam Ciências ou Biologia. Após uma conversa inicial com alguns docentes que tinham esse perfil, conseguimos a concordância de três professoras. Nesse contato presencial anterior à entrevista explicamos os objetivos da pesquisa, dialogamos sobre a formação inicial e o contexto de cada professora. Deixamos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que consta no APÊNDICE E, para que pudessem ler com calma, pois seria importante para a reflexão e decisão em participar da pesquisa. Para marcar a entrevista e manter a comunicação com as professoras, solicitamos o e-mail e o whatsapp. Por e-mail, enviamos o roteiro semi-estruturado da entrevista (APÊNDICE A) e por whatsapp combinamos a entrevista e solicitamos as disciplinas cursadas durante a formação inicial.

O pedido das disciplinas cursadas foi tanto para que as professoras de alguma forma se recordassem da formação recebida, quanto para que pudessemos compreender um pouco o contexto de ensino. Todas as participantes me enviaram o histórico escolar, o que possibilitou

que além do roteiro semi-estruturado criado, fossem dirigidas perguntas mais pontuais em relação à formação inicial.

Fizemos entrevistas com as docentes interessados em participar da pesquisa e que tinham o perfil delimitado. As entrevistas foram do tipo semi-estruturada, gravadas em áudio. As entrevistas realizadas pelas professoras de Ciências e Biologia da rede municipal de ensino, versaram sobre as suas percepções em relação à sua formação inicial, principalmente em relação ao contato ou ausência da História da Ciência durante a graduação em Ciências Biológicas.

A entrevista foi dividida em três momentos: **a) identificação das professoras e informações sobre a docência; b) percepções sobre a formação inicial; e c) percepções sobre a História da Ciência.** Para a análise das entrevistas, nos focamos neste último tópico.

No dia 5 de dezembro de 2016, realizamos a entrevista com a professora Adriana, que lecionava Ciências para os 2º e 3º anos do ensino fundamental I. No laboratório de Ciências da escola, durante um período de aula vaga, conversamos e gravamos a entrevista. No laboratório havia vários experimentos, maquetes e trabalhos escolares sobre assuntos diversos de Ciências. A professora levou impresso o roteiro da entrevista e o histórico escolar, caso fosse preciso consultar. A professora Adriana cursou licenciatura em Ciências Biológicas no período diurno e fez mestrado em Medicina Veterinária. Durante a entrevista, mostrou-se bem à vontade para compartilhar as suas experiências. Acreditamos que se deve aos contatos prévios e envio do roteiro de perguntas da entrevista, além da sua vivência no mundo acadêmico durante a pós-graduação. Sobre ter contato com a área de HFC, não se recordou de nenhuma disciplina, durante a graduação.

No dia 6 de dezembro de 2016, foram feitas as entrevistas com mais duas professoras. A professora Ana, que leciona Biologia no Ensino Médio, deu a entrevista em uma sala de aula, durante um período vago de atividades escolares. A professora também levou o roteiro da entrevista impresso e foi bem objetiva nas respostas. A professora Ana fez Ciências Biológicas, licenciatura e bacharelado, no período noturno e após a graduação fez cursos de extensão para o aperfeiçoamento da profissão. Em relação à HFC na graduação, ela citou que se recorda de aspectos históricos em algumas disciplinas, como genética, teoria celular e também a disciplina de instrumentação para o ensino de Biologia. Nesta última, ela contou que a foi solicitada a escolha de um cientista para que fosse feita a apresentação de sua biografia.

A segunda entrevista do dia 6 de dezembro foi com a professora Helga, também professora de Biologia no Ensino Médio. Ela fez licenciatura e bacharelado em Ciências Biológicas, no período noturno e após a graduação fez uma especialização em Gestão Ambiental. A professora também tinha uma cópia do roteiro da entrevista e foi bastante solícita. Sobre a HFC na graduação, não se lembrou de nada significativo em História da Ciência. Ao

consultar o seu histórico escolar da graduação, se surpreendeu ao ver que no 1º período do curso constava a disciplina de Filosofia da Ciência. Como foi no início do curso, ela não se lembrou de muitos detalhes, apenas que os tópicos abordados foram de Filosofia somente e de uma maneira não muito significativa.

Nas três entrevistas, em relação aos aspectos históricos e filosóficos da Ciência durante a formação docente, foram poucos ou trabalhados de forma que não geraram um interesse de aprofundamento ou de adoção às práticas escolares. É importante salientar também que a perspectiva que apresenta a interface da História e Filosofia com o ensino, é mais recente. Portanto, quando se discute os conteúdos de maneira implícita, falando somente de alguns aspectos históricos e filosóficos, sem mostrar as potencialidades e maneiras de intervenção na sala de aula, torna-se mais difícil a incorporação dessa temática no ensino (MARTINS, 2012).

3.3 Análise das entrevistas com as professoras de Ciências e Biologia

A análise das entrevistas com as professoras da educação básica, que ministram aulas de Ciências e Biologia mostraram as perspectivas de História e Filosofia da Ciência na educação. Para a apresentação desses dados, nos focamos principalmente nas respostas do terceiro momento da entrevista, sobre as percepções das professoras sobre a História da Ciência na formação inicial e a sua relação com a atuação na educação básica.

Todas as professoras não tiveram uma disciplina específica de História da Ciência durante a formação inicial e não relataram o contato com a área na realização de formação continuada.

A professora Adriane comenta sobre quais seriam as contribuições dessa disciplina para o ensino:

> [...] Então assim, embora eu não tenha tido História da Ciência, a matéria História das Ciências, é imprescindível pra que você inicie uma aula e tenha o meio de uma aula e o encerramento dessa aula, trazendo a história do assunto que você vai abordar. Seja ele qual for. Se eu estou dando aula pra uma pós ou se eu estou dando aula pro terceiro ano ou segundo ano, que é o que eu trabalho atualmente, eu preciso trazer isso. Porque se não a criança não entende, como que eu vou falar de pressão atmosférica se eu não explico pra eles como foi descoberta a pressão atmosférica? Por que o cara descobriu sobre pressão? Como que eles vão tentar entender que a água entra [comentando sobre um experimento que tinha no laboratório] e mesmo explicando isso, com a idade deles eles ainda têm dificuldades. Mas eu acredito que a gente acabe plantando sementes pra que no fundamental II ou no ensino médio ou até na faculdade, o entendimento se torne melhor. [...]

Nesse trecho da entrevista, a professora apresentou a História da Ciência como um fator motivador para o início das aulas, através da apresentação do histórico do conteúdo e também sobre o encerramento dos assuntos com fatores históricos. E complementa:

> [...] Então, embora eu não tenha tido, eu acho uma matéria extremamente importante, aprendi a valorizar muito isso no mestrado e aprendi a entender que quando você conta a história daquele assunto, o aluno, ele se interessa muito mais.[...]

Durante o mestrado, a professora cita a contextualização histórica de conteúdos em disciplinas e relaciona isso como algo importante para o ensino, no sentido de despertar mais o interesse dos estudantes para o assunto. Os conhecimentos históricos seriam importantes para o professor preparar as suas aulas, ao contar como foi o desenvolvimento daquele conteúdo e trazendo o raciocínio dos estudantes junto com essa apresentação.

A professora Ana Paula relaciona as disciplinas que teve durante a graduação com aspectos históricos e como acredita que isso chega em sua sala de aula:

> **[...]**De paleo, eu tava lembrando muita coisa até. [...] Em Biologia, também em Genética, em tudo a gente vê muitos aspectos históricos,né? Eu lembro quando a gente comentou sobre a teoria celular, estudo da célula, tudo isso você remete essa... essa... até nas minhas aulas... até nos slides que eu passo para os alunos, pra eles entenderem né, o porquê que chegou nisso, e como começou,né?[...]

Assim como a profa. Adriane, a profa. Ana Paula cita a História da Ciência como um modo diferente de se apresentar os conteúdos biológicos. Contando os aspectos históricos do desenvolvimento de determinado assunto, os estudantes conseguem entender como se deu o processo de construção do conhecimento.

> [...]Mas quando você tem que abordar algum tema com o aluno, eu acho que você não pode simplesmente chegar naquilo,né? E passar de uma maneira mecânica. Eu acho que se você levar ele, explicar como as pessoas chegaram naquilo, né? Eu acho que torna mais fácil a compreensão. Eu acho! Pelo menos pra mim, acho que funciona mais ou menos assim. Mas como é que alguém descobriu uma coisa dessa? De onde vem? Então, até quando você começa a pensar na historinha da Genética lá, os fatores, né? Como é que o cara chegou à essa conclusão? Por que que a gente fala Aa x Bb, né? É difícil a gente imaginar isso, sem a gente entender como que a coisa se deu. O modo que eu acho que poderia ser feito, o que eu procuro fazer, pelo menos nas minhas aulas, quando eu vou abordar um assunto, que um aspecto histórico né?... como eu já comentei, da Genética ou até da Biologia... e tudo mais... eu primeiro comento desse aspecto histórico pra depois desenvolver o assunto. Eu sei que... tem a classificação... entender porque as pessoas classificam os seres vivos desse jeito... tem a sistemática. Tem vários assuntos que eu prefiro abordar primeiro... esse desenvolvimento histórico. [...]

É interessante notar que a professora cita os aspectos históricos como formas de fugir à uma “transmissão mecânica” de conhecimentos.

No histórico da graduação da profa. Helga, constava a disciplina de Filosofia da Ciência, no primeiro semestre. Sobre isso:

> T: É... das disciplinas que eu vi no seu currículo, eu vi que você teve Filosofia da Ciência. Você lembra de alguma coisa, dessa disciplina? (pausa)
>
> H: Se eu não me engano, essa daí, foi no primeiro semestre? Primeiro semestre, eu não lembro muita coisa dela não. Eu lembrava de ter tido Filosofia, mas eu não lembro que era Filosofia da Ciência. [...]
>
> T: Foi...o primeiro período. Filosofia da Ciência. (pausa)

> H: Então, menina... eu não lembro... basicamente nada. Pra mim era só Filosofia, que a gente tinha tido Filosofia. Filosofia da Ciência, a hora que eu li aqui, eu fiquei até assim... nossa, eu tive Filosofia da Ciência.
>
> (risos da pesquisadora)
>
> H: Que professor maluco! Ele passava prova de duas questões e falava: “pode consultar o colega, os livros, o vizinho. E eu tô ali na sala esperando vocês acabarem a prova”, sabe? Bem doido... Mas assim... eu não lembro basicamente nada.
>
> T: Certo. Tinha textos, então que ele dava?
>
> H: Muito... só... ele trabalhava muitos textos... muitos textos... e... mas Filosofia da Ciência...(fala mais baixa, em tom inconformado) eu acho que ele deu Filosofia, Filosofia... a gente falou tanto de... dos filósofos mesmo gregos... e tal. [...] É...aí chegava na prova ele dava duas questões enormes sobre o que tinha falado no bimestre e... a gente tinha responder aquelas duas questões lá... psicografando praticamente, né?
>
> (risos da pesquisadora)
>
> H: [...] eu lembro dele... é... por conta disso... sempre ele fazia isso dessas duas questões e falava... "pode consultar o que vocês quiserem"... e ninguém ia bem na prova dele. Nunca! Mesmo consultando o papa. E...mas eu... como eu te disse...pra ser sincera, eu não lembrava nem que era Filosofia da Ciência. [...] E assim, lembrar do conteúdo...mais de quinze anos atrás...
>
> T: Aham...é... complicado

Como podemos verificar, houve ausência de uma disciplina de História da Ciência na formação das três professoras e Filosofia da Ciência, só constou na grade curricular de uma professora. Como comentado, a disciplina de Filosofia da Ciência além de ter sido ministrada no primeiro semestre do curso, se trabalhou algum aspecto da área não foi significativo a ponto de ser lembrado pela professora.

Sobre aplicar conhecimentos da História da Ciência na educação básica, a profa. Helga não tinha uma opinião formada:

> Eu acho que sempre acrescenta, né? [...] Mas não tenho uma opinião formada. assim, pra dizer se, como será que isso seria recebido pelos alunos, né? [...] Porque quando você fala história de alguma coisa, imediatamente, não só eles, mas a maioria das pessoas, acham assim... "Ah, eu vou ter que decorar um monte de coisa, um monte de data" [...] A gente acaba até tratando alguns no meio aí do conteúdo todo... ao longo dos três anos do ensino médio. Eu, particularmente, acho que seria interessante, né? Tratar de uma maneira mais específica. Mas eu não consigo ter uma opinião formada assim...

Apesar de termos uma amostra pequena, a análise qualitativa das entrevistas forneceu dados empíricos variados sobre as experiências docentes com a História da Ciência. Em relação à pesquisa de informações históricas para a preparação de aulas, as professoras citaram a internet, através de buscadores como o Google, o livro didático da escola, livros técnicos utilizados na graduação e documentários.

> [...]Eu procuro muito o livro didático que eles usam. Em alguns momentos eu me apoio muito em livros que eu tenho em casa, que eu usava na graduação. Às vezes eu procuro coisas na internet também, documentários. Procuro de uma maneira geral assim. Como for a dúvida, onde eu tiver a dúvida, eu tô procurando até encontrar a resposta. Não, mas como é que era isso? Aí eu procuro e se não acho no livro, vou procurar na internet, procurar em outro lugar. Especificamente assim, acho que são todos. O que tiver na mão, o que der pra usar.

Mas também há professores que não se atentam muito aos aspectos históricos:

> É... eu nunca me foquei muito nisso. [...] Vou ser bem sincera com você. Mas assim, o material didático, os livros que a gente usa, tem, mas tem bem pouco,né? O aspecto histórico assim. Tem aquilo que é o mais indispensável, antes de começar a falar de uma coisa, você acaba introduzindo ali o histórico daquele acontecimento... daquela descoberta, ou sei lá.

Quanto ao tempo didático, também encontramos diferentes concepções:

> E também a gente não tem muito tempo,né? É o que acaba dificultando mais ainda.[...] Porque quando são coisas que realmente a gente entende como indispensáveis... como... não posso deixar de abordar isso... a gente já tem que fazer um malabarismo pra pegar aquilo ali e tentar encaixar ele no conteúdo aí, no ensino médio, com duas aulas por semana. Pra gente falar desde uma célula até o ecossistema,né? É bem complicado... [...]Duas aulas de biologia por semana, eu não posso falar pelos outros. Ah, mas de geografia também é pouco... Não sei! De biologia, não é pouco, é nada! pela importância da biologia, entendeu? Que a gente tem que abordar várias questões de sáude, que são indispensáveis principalmente na adolescência. É... as questões ambientais... é tanta coisa, que aí você vai ver... é quase tudo indispensável. Você não tem como enfiar tudo isso em duas aulas por semana e mais aquele conteúdo do vestibular [...]

Nesse primeiro exemplo, o pouco tempo de aula é apontado como uma dificuldade para ser abordado. A seguir, encontramos uma diferente visão:

> Não... não. Não acho que ocupa muito tempo da aula, não. Eu não acredito assim, porque assim... se você for pensar... hoje em dia eles pensam muito... cada vez mais eles pensam em um currículo integrado, né? Disciplinas que tenham relação. Eu não digo talvez ter uma disciplina específica de História da Ciência. Eu acho que existe essas maneiras de se abordar. Acho que de uma maneira geral, não só em Biologia, em Química, em Física, qualquer um, né? E até relacionado à própria história mesmo, né? Acho que aquela... às vezes uma descoberta ou às vezes alguma... formulação de uma teoria... alguma coisa que está relacionada com o contexto histórico. E eu acho que... eu acho que é mais uma união, né? É uma pena que é difícil de se pensar em um currículo que seja mais abrangente, que as coisas... que consiga conciliar mais isso. [...] Tanto... ah... você estudar um contexto histórico e aí no mesmo momento você vê em Biologia o que que, né? É... eu acho que teria dificuldade de se pensar. Mas eu não acho que toma tempo, não. Não acho. Eu acho que é importante. O problema é que assim, se você for considerar o ensino público, a carga de Biologia... a carga horária de Biologia é muito pequena. É muito pequena pro que se tem que, né?...pro que a gente acha que deva fazer parte desse currículo básico deles. É muito pequena a carga horária. Duas aulas semanais de cinquenta minutos, são insuficientes. [...] É triste, né? Porque se for comparar com a escola particular, eles têm quatro aulas. (não entendi) É triste...mas enfim... não acho que toma tempo não. Acho que é necessário. Como eu já comentei, eu acho que é necessário. Porque você entender a origem das coisas, eu acho que torna mais fácil o entendimento do que se tem atualmente, entendeu? ... a respeito do assunto. Eu acredito nisso.

Apesar de considerar a História da Ciência no ensino para contextualizar os conhecimentos, neste último exemplo apresentado a professora também menciona a carga horária de Biologia, como sendo insuficiente para tantos conteúdos. Mas que trabalhar com aspectos históricos seria um investimento para uma melhor compreensão dos conteúdos, por parte dos estudantes.

De uma maneira geral, constatamos uma concepção de História da Ciência como uma "historinha" para a apresentação de conteúdos e como algo complementar aos conteúdos científicos, no relato das três professoras.

> [...] Então, eu lembro que, ah... a própria história do Mendel,né? Até tem um documentário dele que conta a historinha do Mendel. Que eu passo para os alunos. Pra entender, acho que fica muito mais fácil o entendimento. Mas em muitas matérias sim, em muitas matérias a gente chegou a comentar um pouco da história.[...]

Durante a entrevista, uma professora apontou limitações no processo de formação docente, quanto ao conhecimento e habilidades de manuseio de atividades práticas e de discussões sobre aspectos da Ciência.

> Não. Eu tive que estudar bastante depois assim [da formação inicial]. Aí você acaba pegando alguns colegas bacanas que dão umas dicas,né? Mas sabe que até hoje eu falo pro meu marido assim, é: por exemplo, que nem você perguntou de aula de laboratório, a gente teve, como eu te falei, uma meia dúzia aí, né? [...]É... só que assim... atividades de laboratório para eu desenvolver com os meus alunos do médio. Eu já fui atrás até de um curso específico disso e eu ainda não achei.Porque eu sinto falta... eu não tive muito. No meu ensino médio, eu não tive nada. A escola nem tinha laboratório. Na faculdade, eu tive um pouco, mas assim, que nem... "ah, vamos aplicar a adrenalina no rato". Eu não vou fazer isso com os alunos aqui, né? Coisas mais simples e mais didáticas mesmo. Sinto um pouco de falta disso, assim. De ter tido um preparo maior, pra trabalhar e fazer uma aula mais atrativa e proveitosa, né?... com eles. [...] Sinto falta, ainda tenho muitas... almejo fazer algumas coisas ainda pra melhorar a minha prática, que eu não tô 100% satisfeita com ela.

Como a amostra de entrevistas com professores da educação básica foi pequena e constatamos a ausência de História e Filosofia da Ciência na formação inicial, direcionamos o foco de trabalho para as concepções do formador de professores. Mesmo com a mudança de objetivos durante o processo de desenvolvimento da tese, esses dados nos permitiram refletir sobre alguns aspectos históricos e filosóficos da Ciência na formação de professores.

3.4 Sobre o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia - SP (*campus* São Paulo) e a História da Ciência no ensino

A instituição de ensino que hoje conhecemos como Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia foi criada pelo Decreto nº 7.566, de 23 de setembro de 1909 como Escola de Aprendizes Artífices, iniciando as suas atividades em 1910. Segundo consta no site do IFSP-

SP, foi a primeira escola a funcionar dessa rede de instituições federais de ensino técnico profissional. Os primeiros cursos oferecidos foram o de Tornearia, Mecânica e Eletricidade, tendo também oficinas de Carpintaria e Artes Decorativas.

Ao longo do tempo passou por diversas denominações, como: Liceu Industrial de São Paulo, Escola Industrial de São Paulo e Escola Técnica de São Paulo. A partir de 1965, passou a ser chamada de Escola Técnica Federal de São Paulo, modificando-se novamente em 1999, como Centro Federal de Educação Tecnológica de São Paulo (CEFET – SP). Como CEFET-SP, a instituição passou a oferecer também cursos superiores, implementados entre 2000 e 2008, com formações de tecnólogos na área de Indústria e de Serviços, licenciaturas e cursos de Engenharia.

No final de 2008, pela lei 11.892/2008, o CEFET – SP transformou-se em Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), oferecendo cursos de várias modalidades e em diversos níveis de formação: educação básica técnica e tecnológica, graduações na área tecnológica, licenciaturas e pós-graduação *lato sensu* (aperfeiçoamento e especialização) *e stricto sensu* (mestrado e doutorado) [19]. Além de cursos presenciais, o Instituto Federal de São Paulo oferece cursos técnicos em Administração e Informática para Internet e, desde 2012, o curso superior de Formação de Professores na modalidade de Ensino à distância (EaD). O Instituto Federal de São Paulo possui diversos *campi*, tendo mais de 40 mil alunos matriculados nas 37 unidades de ensino distribuídas pelo estado de São Paulo.

Como podemos perceber na figura 5, o IFSP - *campus* SP, localizado na região norte da cidade de São Paulo, está em uma área de adensamento urbano, tendo o acesso à instituição de ensino facilitado por estações de metrô, ônibus vindos de diversas regiões da cidade e de municípios adjacentes, além do terminal rodoviário do Tietê ser próximo.

[19] Algumas informações utilizadas estão disponíveis nas leis, no site e nas redes sociais do IFSP.

Figura 5: Vista aérea do IFSP.

Fonte: https://spo.ifsp.edu.br/historico

O *campus* de São Paulo do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia tem uma importância histórica tanto na constituição da rede de ensino federal quanto nas transformações ocorridas nos oferecimentos de novas modalidades de cursos e níveis de ensino. Também é uma instituição que se destaca na formação de profissionais há mais de um século. Nesta recente constituição, com cursos técnicos, graduações e pós-graduação está o contexto em que se desenvolveu a pesquisa qualitativa desta tese: o foco das análises de dados se concentrou na presença da História e Filosofia da Ciência na licenciatura de Ciências Biológicas.

A lei 11.892/2008 além de determinar as finalidades, características e objetivos dos Institutos Federais, pontua que devem ser garantidas no mínimo: 50% das vagas para a educação profissional e técnica de nível médio e 20% de vagas para cursos de licenciatura e programas especiais de formação pedagógica, para a formação de docentes atuantes na educação básica (principalmente nas áreas de Ciências e Matemática) e para a educação profissional (BRASIL, 2008).

Das finalidades dos Institutos Federais que constam nessa lei, destacamos:

> [...] V- constituir-se em centro de excelência na oferta do ensino de ciências, em geral, e de ciências aplicadas, em particular, estimulando o desenvolvimento de espírito crítico, voltado à investigação empírica;

> VI - qualificar-se como centro de referência no apoio à oferta do ensino de ciências nas instituições públicas de ensino, oferecendo capacitação técnica e atualização pedagógica aos docentes das redes públicas de ensino; (BRASIL, 2008)

A proposta de incentivar o desenvolvimento de espírito crítico voltado à investigação empírica pode materializar-se ao pensarmos na proposta pedagógica que apresentamos nesta tese, de utilizar a replicação de experimentos históricos como uma estratégia para a disciplina de História e Filosofia da Ciência. Esta disciplina nas licenciaturas além de permitir a contextualização da construção de conhecimentos científicos, apresenta e discute formas de se trabalhar em sala de aula com a educação científica. Portanto, além de trabalhar habilidades intelectuais e técnicas, constitui-se como uma formação para a atuação de professores na educação básica.

Sobre o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) em relação ao perfil profissional, consta no site que é esperado que os formandos estejam aptos a serem professores no ensino fundamental e médio e dentre várias outras competências, sejam capazes de compreender o processo de produção e construção do conhecimento biológico. Para a compreensão do desenvolvimento dos conceitos biológicos, os seus contextos sociais, econômicos e científicos, além de aspectos inerentes à atividade científica, a História e a Filosofia da Ciência podem fornecer uma visão mais holística dos conhecimentos em questão.

3.4.1 Disciplina de História e Filosofia da Ciência no IFSP

Ao pesquisar sobre os cursos de licenciatura do IFSP e a existência da disciplina de História e Filosofia da Ciência, encontramos um texto no blog[20] do professor Diamantino Fernandes Trindade, um dos docentes que que estavam à frente da criação dos cursos de licenciatura no campus São Paulo, sobre o ensino de ensino de História da Ciência no IFSP. Com o título: “O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – SP e o ensino de História da Ciência”, o texto apresenta um histórico e as motivações para a inserção da História da Ciência no ensino médio e posteriormente no ensino superior.

No início da publicação, ele destaca:

> O objetivo deste artigo é mostrar como o IFSP tornou-se pioneiro no ensino da História da Ciência para o Ensino Médio e como a História da Ciência mostrou-se um importante instrumento pedagógico para modificar a visão de Ciência dos

[20] Texto disponível em: http://diamantinociencia.blogspot.com.br/2009/06/o-ifsp-e-o-ensino-da-historia-da.html Acesso em 28 de março de 2018

> alunos, constituindo-se como condição primordial para a formação holística de professores de ciências compromissados com os novos caminhos da Educação. (TRINDADE, 2009)

Ao longo do texto, ele contou como foi a sua carreira e as suas motivações para dar um enfoque histórico em suas aulas: despertar o interesse dos alunos pela área científica, mostrando que as ciências "não precisavam ser ensinadas de modo tão fragmentado, tradicional e cansativo". Ele também citou diversas pessoas e pesquisadores que trabalharam com a História da Ciência.

No Instituto Federal de São Paulo, o professor Diamantino Trindade e o professor Ricardo Roberto Plaza Teixeira, começaram a lecionar a disciplina de História da Ciência, em 2000, para o Ensino Médio, o que ocorreu até 2007. Uma das dificuldades relatadas foi a "inexistência de referenciais teóricos para a ação pedagógica" (TRINDADE, 2009).

Em um trecho ele relata como foi a experiência da inclusão da disciplina de História da Ciência no Ensino Médio:

> Nesse projeto de inclusão da disciplina História da Ciência no Ensino Médio no IFSP, os alunos acompanharam o desenvolvimento científico da humanidade desde os primórdios da civilização até os dias de hoje. Nessa grandiosa aventura da História, nos seus vários momentos, estudaram como os seres humanos se relacionam, em todos os tempos, com o conhecimento. (TRINDADE, 2009)

A partir do que foi apresentado, em relação a falta de referências teóricas para a ação pedagógica, concluímos que a abordagem realizada em sala de aula foi totalmente teórica. Trabalhar os processos de desenvolvimento do conhecimento científico ao longo de diferentes épocas foi a intenção principal da inclusão da disciplina de História da Ciência. Mas no texto não ficaram claros quais foram os assuntos selecionados, a (s) sala (s) (primeiro, segundo, terceiro ou em todos os anos do Ensino Médio), as disciplinas contempladas (Física, Química e/ou Biologia), a dinâmica das aulas, os processos avaliativos e alguns resultados da inserção desse novo conteúdo no currículo. O texto de divulgação em um blog tem um caráter mais informativo, mas algumas informações relacionadas à área pedagógica seriam importantes para os que os docentes pudessem avaliar a viabilidade de inserção desse tema em suas aulas.

A História da Ciência no ensino superior do IFSP, segundo Diamantino Trindade (2009), foi instituída pelo professor Ricardo Plaza, no curso de licenciatura em Física, com a disciplina "Ciência, História e Cultura", ministrado por este docente até o final de 2005. A partir disso, o professor Diamantino Trindade assumiu essas aulas. A disciplina de História e Filosofia da Ciência, passou a ser lecionada também nas licenciaturas em Química e Ciências Biológicas,

a partir de 2008, também pelo professor Diamantino Trindade, que citou que seguiu “as mesmas diretrizes do curso de licenciatura em Física”.

A disciplina de História e Filosofia da Ciência no curso de licenciatura em Ciências Biológicas é relativamente recente. Na primeira estrutura curricular, a disciplina de História e Filosofia da Ciência (B3HFC) foi oferecida no terceiro semestre, tendo como abordagem metodológica as aulas teóricas, com quatro aulas semanais (com duração de 45 minutos cada), em um total de 76 aulas e com uma carga horária de 57 h. No plano de aulas não estava prevista a utilização do uso de laboratórios ou outros ambientes além da sala de aula, configurando uma disciplina puramente teórica. Inicialmente, a disciplina tinha um oferecimento único, que reunia tanto os licenciandos de Ciências Biológicas quanto os de Química, trabalhando estudos de casos e aspectos mais gerais das Ciências. Esse modo de oferecimento ocorreu até à reformulação do projeto pedagógico dos cursos de licenciatura.

3.4.2 A licenciatura em Ciências Biológicas do IFSP-SP e as alterações na carga horária e no oferecimento do curso de História e Filosofia da Ciência

A licenciatura em Ciências Biológicas do IFSP – SP é um curso presencial, vespertino e dividido em 8 semestres. A carga horária total do curso está dividida nas seguintes atividades: disciplinas, estágio supervisionado, atividades acadêmico-científico-culturais e trabalho de conclusão de curso. A maioria dos docentes possuem um regime de trabalho de dedicação exclusiva (plena e integral).

Segundo a Resolução n. 126/2015, de 08 de dezembro de 2015, foi aprovada a reformulação do projeto pedagógico do curso de licenciatura em Ciências Biológicas. Com essa mudança, a carga horária mínima: das disciplinas é de 2650,5h, das disciplinas eletivas é de 200h, tendo também 200h de estudos integradores para enriquecimento curricular, 400h para o estágio curricular supervisionado obrigatório e 142,5h para o trabalho de conclusão de curso, totalizando a carga horária total mínima de 3.593h. Com a nova estrutura curricular do curso de Ciências Biológicas, a disciplina de História e Filosofia da Ciência (B3HFC) continuou a ser oferecida no terceiro semestre do curso, mas com duas aulas semanais (também com duração de 45 minutos), em um total de 38 aulas, com uma carga horária de 28,5 h. Com a redução da carga horária da disciplina pela metade, a proposta de apresentar conteúdos de História e Filosofia da Ciência em um tempo letivo abreviado, através de aulas teóricas e práticas, tornou-se uma dificuldade para o docente que a ministra por conta da grande quantidade de conteúdos e a menor quantidade de aulas.

Isso intensificou a necessidade de seleção dos temas e estratégias para as aulas, pois além dos assuntos a serem tratados, deve ser dado um enfoque da aplicação destes na educação científica. É preciso levar em consideração também que, a disciplina deve tratar da História e da Filosofia da Ciência, duas áreas que são complexas e não costumam serem tratadas na educação básica e em muitos cursos de graduação. Trataremos nos próximos tópicos como se deu o primeiro oferecimento da disciplina, em 2017, após a reformulação do projeto pedagógico do curso e as alterações que foram feitas no ano de 2018.

3.5 Contato com o professor formador

Durante o 15º Seminário Nacional de História da Ciência e de Tecnologia (que ocorreu de 16 a 18 de novembro de 2016), organizado pela Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC), na Universidade de Santa Catarina (UFSC), em Florianópolis, fui apresentada ao prof. Dr**.** José Otávio Baldinato, que é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – SP (IFSP- *campus* São Paulo) e ministra a disciplina de História e Filosofia da Ciência, nas licenciaturas de Química e Ciências Biológicas. A pesquisadora em educação científica Arcenira Resende Lopes Targino foi aluna e orientanda do professor José Otávio durante a licenciatura em Química do IFSP e antes do evento me contou sobre a disciplina de HFC que frequentou durante a graduação. Como anteriormente tínhamos conversado que constava no meu projeto de doutorado realizar entrevistas com professores que ministravam aulas de História e Filosofia da Ciência para o curso de licenciatura em Ciências Biológicas, ela nos apresentou.

Expliquei os objetivos da minha pesquisa e consultei o professor sobre a possibilidade de conceder uma entrevista sobre a sua formação inicial e a experiência docente nas disciplinas de História e Filosofia da Ciência. Nessa conversa inicial, o professor contou que recentemente tinha pedido licença das aulas no IFSP para concluir o seu doutorado. Nesse período, houve uma reformulação do projeto pedagógico da licenciatura em Ciências Biológicas e que houve alterações na estrutura curricular do curso e da carga horária da disciplina de História e Filosofia da Ciência, conforme já mencionamos. Esse contato inicial com o prof. José Otávio Baldinato, feito no final de 2016, coincidiu com o período de reformulação dos conteúdos para o novo oferecimento da disciplina (com a carga horária reduzida), que aconteceu no primeiro semestre de 2017.

Combinamos os detalhes da entrevista por e-mail. Enviamos o roteiro semi-estruturado da entrevista e solicitamos algumas informações sobre as disciplinas cursadas durante a graduação. Preferimos enviar o roteiro para que o professor pudesse saber sobre os objetivos e assuntos, e de certa forma se sentir mais à vontade para a colaboração na pesquisa. Em relação à solicitação sobre as disciplinas cursadas durante a formação inicial, queríamos verificar uma

hipótese inicial sobre a contribuição da graduação na atuação em História e Filosofia da Ciência. O professor José Otávio, gentilmente, me enviou o plano de curso da disciplina de História e Filosofia da Ciência do IFSP, os históricos da graduação, do mestrado e as disciplinas do doutorado. Era de nosso interesse o nome das disciplinas cursadas, para a análise do currículo e da percepção do professor sobre a formação recebida e a sua atuação docente.

Após esse contato inicial, ao refletir sobre os dados da disciplina de História e Filosofia da Ciência, apesar de não ter sido inicialmente um dos focos de pesquisa foi despertada a minha curiosidade: para as escolhas a serem feitas com a mudança no plano de aulas; em acompanhar a perspectiva de um professor de História da Ciência, mas com formação em área diferente das Ciências Biológicas; e de saber quais seriam as experiências positivas e as que poderiam ser aprimoradas. Depois da primeira entrevista, o professor deu a oportunidade para que eu pudesse acompanhar a disciplina e essas questões, aos poucos, foram sendo esclarecidas.

3.6 Procedimentos metodológicos das entrevistas

Para analisar as perspectivas do professor sobre a formação e atuação em História e Filosofia da Ciência, optamos pela entrevista semi-estruturada, combinando perguntas fechadas e abertas. Isso permitiu que algumas questões encaminhassem o diálogo, mas possibilitando uma liberdade de expressão ao entrevistado. Esse tipo de entrevista ajuda a ter uma objetividade e, ao mesmo tempo, uma fluidez da conversa.

As entrevistas realizadas com o professor formador tiveram a intenção de compreender a sua formação inicial, percurso acadêmico e as práticas de História e Filosofia da Ciência na formação de biólogos.

3.6.1 Primeira entrevista: realização e análises

A primeira entrevista com o professor José Otávio Baldinato foi realizada no dia 19 de dezembro de 2016, no IFSP- SP. Na ocasião, o professor era coordenador da área de Química e antes da entrevista, conversamos sobre a disciplina de História e Filosofia da Ciência e sobre o contexto do IFSP, na sala dos professores de Química, onde também fica a coordenação. Fizemos a entrevista em uma sala de aula, para que não ocorresse interrupções. Ao longo de toda a entrevista, o professor se mostrou disposto a colaborar na pesquisa e ficou confortável em compartilhar as suas opiniões.

O roteiro elaborado para a entrevista semi-estruturada está disponível no APÊNDICE B. Foram planejados três momentos para a entrevista: **identificação, informações sobre a formação inicial e sobre a docência em História da Ciência.** A primeira parte de identificação foi breve, constando nome, idade e naturalidade. Quanto à formação inicial, os

objetivos das questões eram de formar uma contextualização da formação inicial e de como foi a experiência durante a graduação com a História da Ciência. E sobre a docência em História da Ciência, além das informações sobre a atuação na formação de professores, pretendíamos conhecer as concepções do docente sobre História da Ciência e educação.

Conversamos sobre a sua formação inicial em um curso diurno e as suas experiências com a História da Ciência. Durante a graduação em Química, cursou uma disciplina de História da Ciência, na faculdade de História com o professor Shozo Motoyama. Como essa disciplina estava prevista no bacharelado, não tinha preocupações com a interface História da Ciência e ensino.

> [...] se a nossa intenção é correlacionar o contato que eu tive com a História da Ciência na graduação com a minha atuação hoje, enquanto professor de História das Ciências, na faculdade, eu tenho que admitir que essa formação inicial me afetou muito pouco. [...] Não guardo metodologias de trabalho, questões de reflexão, que tenham vindo dessa disciplina [...]. Na pós-graduação, aí já é bem diferente. O meu contato com a História da Ciência começou a se aprofundar, ainda no final da graduação, mas não em função dessa disciplina.

No final da graduação, conforme relatado pelo professor José Otávio ocorreu um primeiro contato com a História da Ciência, que culminou na sua área de atuação da pós-graduação e da docência:

> [...] Em função de uma outra. Eu acredito que tenha sido Instrumentação para o ensino de Química, Prática de ensino de Química, alguma dessas, que os professores foram: a Carmen Fernandez e o Paulo Porto.[...] E nessa disciplina do último ano, é que aí eu fui ter contato, com um pesquisador da área de História da Ciência, que foi o Paulo Porto. [...] eu me lembro, que não era o viés da disciplina, mas o conhecimento sobre História da Ciência, claramente afetava o discurso do Paulo, nas aulas. [...] o tipo de exemplo que ele buscava, o tipo de reflexão que ele propunha pra turma... isso me agradava bastante. [...] E ele, de alguma maneira, percebeu esse meu interesse ao longo dessa disciplina na graduação e me convidou pra fazer o mestrado, puxando uma temática em História da Ciência, com uma interface com o ensino. E aí, em função desse contato com o Paulo, que se deu no final da graduação, é que eu fui fazer o mestrado e doutorado nessa área, né? No mestrado, aí sim, eu cursei uma disciplina de História da Química, com ele... não me lembro em qual semestre.[...]E essa disciplina de História da Química, sim, afetou bastante o modo como eu trabalho hoje. Porque ali as discussões sobre vieses historiográficos, sobre a natureza da ciência e a respeito das contribuições que a História da Ciência pode ter no ensino e na aprendizagem de Ciências eram mais explícitas. [...] Elas eram, de fato, o foco da disciplina. [...] Essas me afetaram.[...] algumas das referências que eu proponho no meu curso de História da Ciência, ainda vem daí.

Durante a entrevista, o professor contou como foram as disciplinas da pós-graduação que contribuíram para a sua atuação docente em História da Ciência:

> No mestrado, eu lembro que eu cursei essa disciplina de História da Ciência [História da Química, com o Paulo Porto]. No doutorado, eu cursei uma disciplina de Epistemologia, com o Michel Paty. [Perspectivas epistemológicas e filosóficas do conhecimento científico]. Essa foi uma disciplina, mais ou menos, em caráter especial, porque o Michel Paty frequenta o Brasil com razoável frequência, né? Mas ele veio e ofereceu essa disciplina, que foi no Instituto de Estudos Energéticos, o IEE, lá na USP.E aí eu soube, fui, me matriculei na disciplina. Também foi bem legal. Aí... reflexões de caráter mais filosófico que também afeta o meu trabalho hoje. [...] Então

> eu posso dizer que os efeitos da pós-graduação são muito mais influentes na maneira como eu organizo o meu trabalho hoje.

Para esse momento da entrevista, sobre as disciplinas cursadas, consultamos as informações enviadas pelo professor através do histórico do mestrado e ficha de disciplinas do doutorado. O professor se recordou de uma disciplina que não tinha em seu título a História da Ciência, mas que foram trabalhados aspectos da natureza científica:

Através do resgate de memórias de sua formação inicial e continuada, o professor falou sobre a dinâmica das disciplinas relacionadas a área de História da Ciência e como isso afetou a sua atuação em sala de aula.

Conversamos também sobre a importância e as contribuições da História da Ciência no ensino e algumas estratégias para a inserção na sala de aula. Como por exemplo, o acesso a bons estudos de caso e a leitura de textos históricos podem auxiliar o professor na análise de como se constroem as ciências e consequentemente, repensar o seu discurso. Para isso, é importante também que sejam propostas atividades práticas e que o professor tenha acesso a sugestões de como conduzir as atividades com os estudantes.

O professor José Otávio também mencionou a observação que fez de congressos de História da Ciência, da tendência de trabalhos que problematizaram questões relacionando casos mais atuais, como por exemplo, o “desastre” de Mariana (MG) com a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

Ao mencionar o contexto do IFSP e de quando entrou, o professor falou sobre as características da disciplina, escolhas metodológicas e avaliação, além da disciplina ter um papel de formação cultural para a docência.

Quanto ao fato de ter poucos professores no Instituto que trabalham com História da Ciência (além dele, que ministra aulas nas licenciaturas de Biologia e Química, havia mais dois professores, na área de Física e Matemática) era uma fonte de angústia, pois é difícil atender a demanda de orientações na área. O professor José Otávio orientava principalmente trabalhos relacionados à área de ensino.

Encerramos a entrevista com algumas observações do professor em relação à formação docente e a História da Ciência:

> T: É... tem mais alguma coisa que você gostaria de acrescentar, de falar?

> JO: Hummm... (pausa). Como a sua pesquisa vai olhar pro histórico do professor... o histórico de formação do professor e para as disciplinas que ele ministra hoje, eu acho que vai ser importante incluir na conversa, o quanto que as ementas ou os planos de curso, os projetos de curso refletem o que de fato são as aulas. [...] Eu acho que talvez exista uma distância grande entre o que tá no papel e o que ocorre nas aulas. Por exemplo, os cursos aqui do IF foram criados em 2008, as licenciaturas. Foi um grupo muito pequeno de professores que aju... que participou da criação desses planos de cursos novos. É, as ementas são bastante genéricas. As bibliografias foram definidas em função, do que é que tem na biblioteca e não necessariamente do que é mais

> adequado para a condução desse curso. [...] Então, às vezes, você vai encontrar, eu não sei o quanto isso reflete a realidade de outras instituições, mas às vezes você vai encontrar bibliografia... é... que todo envolvido com a História da Ciência atual reconhece como textos... é... enviesados ou orientados por um padrão historiográfico que não é coerente com os valores mais modernos, né... da História da Ciência. E esse texto tá lá não porque o professor usa na aula, ele tá lá porque é o texto que tinha 25 cópias na biblioteca e que era uma exigência na hora de escrita daquela ementa. Então, acompanhar as aulas, conversar com os alunos ou conversar diretamente com os professores, talvez traga uma imagem mais próxima do que de fato são os cursos, do que olhar documentação. [...] No outro caso dos cursos aqui do IF, o curso original de 2008, já foi substituído, tanto na licenciatura em Química quanto na Biologia. [...] Essa substituição foi recente, na Química foi em 2014 e na Biologia foi em 2015. Esse ano que eu fiquei afastado. As ementas atuais, são mais coerentes com a sala de aula do que as antigas. Isso eu posso afirmar, pelo menos, no caso da História da Ciência.

Nesta primeira entrevista ocorreu um contato inicial para a compreensão das percepções do professor em relação a sua formação e atuação no ensino superior.

3.6.2 Segunda entrevista: realização e análises

Após debruçar-nos sobre os dados da primeira entrevista, através da transcrição, leitura e escuta do áudio, além da consulta às anotações de campo, realizamos uma síntese com os dados que se destacaram em relação aos objetivos iniciais, as dúvidas sobre concepções apresentadas pelo professor e considerações a respeito das expectativas e compreensão das informações sobre História da Ciência e educação.

A partir disso, elaboramos um roteiro para a entrevista semi-estruturada, presente no APÊNDICE C. A segunda entrevista foi realizada no dia 6 de abril de 2018, em uma sala de aula do IFSP- SP e teve como proposta ser uma devolutiva para o professor e de clarificar as concepções que foram interpretadas. Dividimos a entrevista em três momentos: **formação docente, História da Ciência no ensino e atuação profissional.** Sobre a formação docente, elaboramos duas questões: na primeira, após fazermos considerações sobre os dados analisados da primeira entrevista, que durante a formação inicial do professor José Otávio os conteúdos foram mais importantes do que as disciplinas:

> [...] eu achei interessante o modo como você fez essa inferência de que os conteúdos talvez tenham sido... o conteúdo de uma disciplina, que não era de História da Ciência. Um conteúdo abordado ou uma estratégia de abordagem colocada nessa disciplina, teve um impacto maior na minha carreira futura, nas minhas decisões do que a disciplina especificamente que pelo título devia ser voltada para História e Filosofia. Essa inferência é bacana! Eu nunca tinha pensado dessa forma, mas eu acho... eu acredito que eu concordo com ela.

Perguntamos como ele avaliava a formação que ele recebeu na licenciatura e a que está oferecendo:

> É... Então, como que a formação que eu recebi na licenciatura afeta a que eu estou oferecendo agora pros meus alunos? (pausa) [...] Eu vou concordar com a sua primeira leitura já feita na outra entrevista de que, a minha prática como professor de História da Ciência, ela é muito mais afetada pela formação que eu tive na pós. [...] A formação que eu tive na licenciatura...Não sei se ela...é... se reflete nas minhas aulas de História

> e Filosofia da Ciência. Certamente se reflete em outras. Eu também dou aulas de Instrumentação para o ensino de Ciências. Eu também dou aula de Metodologia da pesquisa científica. E nessas, a análise de livros didáticos, o viés confirmatório dos experimentos. Se o experimento aparece no final, se os experimentos aparecem antes, se ele tem o caráter de ser capaz de comprovar uma teoria ou não. Essas discussões aparecem nas instrumentações pro ensino. [...] ... na elaboração de um plano de aula. Então... aí levar aspectos... questões que são típicas da História e da Filosofia da Ciência. Levar essas questões para as instrumentações para o ensino... eu acho que aí eu copio o modelo que eu vi do Paulo Porto, na minha instrumentação. Agora, aqui tem essa peculiaridade: os alunos que chegam pra fazer instrumentação pro ensino de Ciências comigo no quinto, sexto, oitavo semestre, eles já fizeram História da Ciência comigo no terceiro. Então, a gente, é uma faculdade muito menor que a USP. A gente conhece os alunos todos pelo nome. Eles sabem dos interesses dos professores. A gente convive... é um convívio mais próximo. Eu acredito que isso contribua pra que eles já enxerguem que esse tipo de comentário, que esse tipo de atividade que vai questionar num plano de aula qual é o papel que você tá atribuindo pra um experimento? Qual é o viés de construção da Ciência que você está apresentando na aula? Esse tipo de crítica vai aparecer nas disciplinas que eles fazem comigo. Já é natural porque eles sabem que, apesar de eu trabalhar nessas várias disciplinas, o que eu me dedico pessoalmente é a História. [...] Então, isso é meio que esperado da parte deles e eles lidam bem. Então, talvez isso seja até mais presente... essas reflexões.... desdobramentos da História nas disciplinas de ensino...[...] Talvez isso seja até mais presente aqui na licenciatura do IFSP, por conta de ser um curso menor. Por conta do mesmo professor voltar em muitas disciplinas ao longo do curso. Na média, eu participo de sei lá, de pelo menos quatro disciplinas pra cada turma de graduação.

Na segunda questão, após algumas observações de que a pós-graduação teve mais impacto na formação para a docência em História da Ciência, principalmente no ensino superior, perguntamos quais foram as dificuldades para a aplicação da HFC.

> Então, para a construção da disciplina de História aqui, da licenciatura teve essa influência muito maior do curso de pós. Nos primeiros anos, eu pedi slides emprestados para o Paulo Porto, pra montar as minhas próprias aulas. [...] Utilizei várias das referências que ele levava no curso de História da Química. Eu trouxe pro meu curso aqui da graduação. [...] E aí, tem até essa questão de eu estar tentando transpor coisas que na USP eles consideravam discussões para a pós, eu trazia aqui discussões para a graduação. [...]Agora, uma dificuldade remete ao uso das fontes que aqui... ficam restritas aos textos escritos em português. [...] Então, ao longo dos anos, à medida que a disciplina foi ganhando mais contribuições originais minhas, que eu fui me sentindo mais à vontade pra trocar os estudos de caso, pra trocar os temas, trocar a sequência... Fazer agrupamento, dar uma introdução diferente pra disciplina. [...] propor estratégias de condução com mais atividades do que eu tinha pra poder trabalhar mais... [...] É... à medida que ela foi ganhando uma individualidade foi ganhando mais características minhas...[...] acabou que esses textos ficaram restritos às referências em português. Então, os alunos lêem muito os textos do Roberto Martins, da Lilian Martins. [...] lêem trabalhos do próprio grupo de pesquisa do Paulo Porto, como o trabalho do Paulo Vidal. Fazem bastante comparações do estilo de narrativa que encontra nos livros didáticos e nos artigos escritos por historiadores. Então, é aquela de... redescobrir os personagens, né? Redescobrir o Pasteur. Redescobrir o Darwin, o Wallace e coisas assim. É... esse viés de questionar os aspectos da História da Ciência pro trabalho direto do professor, contrastando com o material didático que ele vai utilizar. Pensando em planos de aula, pensando em quais são os benefícios pra formação do professor, tipo, em reconhecer padrões historiográficos... isso eu acho que deu uns contornos de uma disciplina de graduação.

Na segunda parte, sobre História da Ciência no ensino foi um momento de tirar dúvidas sobre algumas concepções que foram interpretadas da primeira entrevista, fazer considerações e compreender melhor as opiniões do professor em relação à essa temática.

Fiz uma síntese da minha compreensão sobre os benefícios da História e Filosofia no ensino apontados pelo prof. José Otávio Baldinato durante a primeira entrevista:

a) O conhecimento de eventos históricos ajuda a repensar o discurso;
b) Pensamento crítico;
c) Oferecer uma perspectiva diferente de se “enxergar” a ciência;
d) Aumenta a cultura geral do professor, possibilitando um repertório maior de conhecimentos;
e) Ajuda a compreender e aprender melhor a Ciência.

Durante a entrevista, discutimos cada tópico e a nossa compreensão sobre esses aspectos.

Quanto à atuação profissional, perguntamos sobre o quanto a formação em HFC reflete na prática educativa do ensino médio e mestrado.

> J Nas outras disciplinas que eu atuo, aí eu acho que cabe aquele paralelo com o que o Paulo Porto fez na Instrumentação lá na minha licenciatura que é... o... (breve pausa)...ao... ao moderar o discurso, chamar a atenção pra alguns aspectos de como a ciência funciona. [...] Então... é...(breve pausa)de tratar um modelo como um modelo e não como a realidade. Não como a descrição da realidade. [...] É... evitar a expressão de "prova" ou de demonstração científica... como que resolve...ma coisa definitiva. [...] Apresentar... usar o "propôs" em vez do descobriu. [...] Propôs tal interpretação... Interpretou desse jeito... [...] Descreveu aquele resultado de tal forma em vez de descobriu alguma coisa. Então, é relativizar as verdades do grau de ser definitivo daqueles conceitos que a gente está trazendo. [...] Eu acho que isso afeta sim as aulas que eu dou no ensino médio e até o mestrado. [...] Inclusive, no diálogo com os alunos. Porque muitas vezes o aluno faz uma colocação, usa determinadas expressões, essas que o professor está evitando... [...] é... e aí o professor transforma aquela expressão no objeto de discussão na aula. [...] Ou... Pô, mas será que é possível...de... acreditar... será que faz sentido acreditar na existência de um método científico único? Será que os cientistas sempre fazem assim? Ele observa, aí ele formula uma hipótese... será que... ele não tá procurando algo quando ele observa? [...] Será que ele é capaz de observar algo que ele não tava procurando? Então, transformar a fala do aluno no próprio objeto de discussão, é uma influência de quem tem uma formação em História e Filosofia. [...] Quem não tem, trata a descoberta como descoberta, trata a prova como prova...

Falamos também de uma fonte de angústia do professor, em relação a ter poucos professores que orientam na área de HC e de trabalhar na licenciatura em Ciências Biológicas com a carga horária reduzida.

> Tá. Agora, em relação ao número de professores, isso é uma fonte de angústia do âmbito pessoal. Do âmbito pessoal, familiar, eu não dou conta de orientar onze alunos... doze alunos... é... e ainda assim brincar com os meus filhos de noite. Então, eu me obrigo a orientar menos, só que isso gera uma situação de angústia, que é assim: o aluno vem me procurar, dizendo que quer fazer uma pesquisa em História da Ciência. Se eu não pegar, perdemos um adepto. [...] Perdemos. Porque não tem outros colegas pra indicar e o aluno vai fazendo outra coisa. [...] Não adianta dizer: "Ah, não!Vai lá na USP, vai na UNICAMP seu orientador não precisa ser daqui.". Não vai dar certo,né? [...] Então, eu tento pegar. O que eu estou feliz de poder dizer nesse semestre. Esse semestre a minha vida tá muito melhor do que estava no ano passado. É... reduzi de onze pra sete orientações, mas porque concluíram e eu não peguei outras. [...] Dessas sete, só uma não tem relação com História. Então... que é uma coisa em tecnologia da informação... realidade aumentada... [...] É... Só uma não tem relação com a História. E essa, concluindo, a minha tendência é ser mais seletivo ao não assumir outras orientações mais gerais, tratando de questões de ensino. E nesse aspecto eu ganhei um reforço porque embora eu seja o único professor com a especialização na área de ensino, aqui no meu grupo outros professores estão se convertendo. Outros professores estão se colocando como entusiastas,né? [...] É... e estão se especializando em coisas diferentes do que eu faço. Tem uma professora trabalhando com educação inclusiva. Tem uma trabalhando com temática CTS e sistemas de avaliação. Chegou uma colega agora que fez o doutorado em questões de currículo. Então, as orientações na área de ensino de ciências, não estão mais indo como local natural procurar o Zé Otávio. [...] E aí, isso me alivia pra tratar só de quem tá interessado em História. [...] E aí, vamos achar um número razoável...sim... [...] Acho que tá melhorando... acho que tá melhorando... esse ano tá melhor do que o ano passado.

Anteriormente, a disciplina de HFC era oferecida para as licenciaturas de Química e Biologia, na mesma turma. Perguntamos sobre as perspectivas sobre a separação das disciplinas e da diferença de carga horária entre elas.

> Eu gostaria de ter quatro aulas nos dois cursos separados. [...] Eu gosto... eu acho que ter uma turma só de químicos me permite valorizar mais os aspectos conceituais que a gente consegue tirar da História. [...] Que pros biólogos não interessavam muito.Os exemplos específicos da Eletroquímica [...] de teorias de conservação da matéria... até atomismo. Não interessa muito pros biólogos. Pros biólogos, eu gostaria de ter mais tempo pra poder... aí assim... permitir a eles colocarem os aspectos conceituais da Biologia, que eu não domino. Que eles no terceiro semestre já sabem muito mais do que eu...mas dar tempo pra eles falarem a respeito e em, ao falarem a respeito, colocarem o senso crítico em ação ali: "Será que a coisa é tão simples assim?" "Será que essa divisão é tão preto no branco?"... "Então, quais são os conceitos que tão envolvidos aqui? São esses?" "Legal! Vamos ver como que cada um deles se consolida... se é que ele se consolida..." "Quais se reforçam?" "Existe ponto de contradição conceitual... [...] " aqui ou não?" Então, se eu tivesse mais tempo pra que o... o curso ganhasse uma cara mais biológica, com mais tempo pra discutir esses conceitos e esses processos da pesquisa em Biologia, isso seria melhor.

O desenvolvimento de cursos mais especializados em cada área, mostrou-se como opção mais factível para o professor. Por isso, com as reformulações de conteúdo para atender à carga horária da disciplina, fez com que os episódios históricos escolhidos dessem mais enfoque a aspectos da História da Biologia.

A discussão com esse caráter mais específico de área e de aplicação para o ensino possibilita aos licenciandos uma discussão mais explícita dos aspectos históricos e filosóficos dos conhecimentos biológicos.

3.7 Formação acadêmica do formador

O professor José Otávio Baldinato é mestre e doutor em Ensino de Ciências, na modalidade ensino de Química, pelo Programa Interunidades em Ensino de Ciências, da Universidade de São Paulo. Bacharel e licenciado em Química pela Universidade de São Paulo, concluiu o mestrado em 2009, com a dissertação "A química segundo Michael Faraday: um caso de divulgação científica no século XIX", orientado pelo Prof. Dr. Paulo Alves Porto. O doutorado foi concluído em 2015, também sob a mesma orientação do mestrado, com o título: "Conhecendo a Química: um estudo sobre as obras de divulgação do início do século XIX".

É docente do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, lecionando para estudantes do ensino médio, graduação e pós-graduação. Coordena o Grupo Faraday de Pesquisa em História da Ciência, com atividades de iniciação científica, desenvolvimentos de trabalhos de conclusão de curso (TCC) e discussões sobre a aplicação da História da Ciência no ensino, principalmente com episódios de história da química.

Durante a graduação fez uma disciplina de História da Ciência, com o Shozo Motoyama na FFLCH, cursada no segundo semestre do quarto ano

> [...] da carga horária prevista pra essa disciplina, eu devo ter cumprido a metade. Mas por uma questão, da organização da própria disciplina. Eu me lembro que era uma disciplina do período da manhã, lá da faculdade de História. A aula era prevista pra começar às oito da manhã. E ia das oito ao meio dia. Mas o professor, invariavelmente, chegava às dez, dez e meia. E ele comentava que fazia observações astronômicas sempre, na noite anterior. E aí, em função de disso, não conseguia chegar no horário da disciplina. [...] em relação ao conteúdo da disciplina, pra mim ela foi útil pra saber da existência de um livro, em particular, que é aquele: Prelúdio pra uma História, que narra episódios da História da Ciência no Brasil. E tem um viés historiográfico que é do próprio Shozo Motoyama.
>
> E... que eu me lembre, a condução das aulas eram basicamente: cada grupo de alunos tinha um dos capítulos desse livro pra estudar.E na aula, ia fazer apresentação do seminário, que o professor complementava com a visão dele. [...] Então, que eu me lembre do curso de História da Ciência que eu tive, foi isso. Não era um curso... particularmente preocupado com a formação de professores. [...] Porque, eu me lembro que ele era previsto na grade do bacharel em Química. Então, não eram só alunos do curso de licenciatura que estavam ali. A condução da disciplina não era voltada pro papel que a História da Ciência poderia ter no ensino. Não tinha esse viés.

Na disciplina com o Paulo Porto e a Carmen Fernandez na graduação:

> [...] eu não me lembro em particular dos temas que foram discutidos. Mas por exemplo, fazia parte a análise de livro didático. [...] E na análise de livro didático, tem alguns detalhes que você pode olhar com mais atenção... e outros não, Por exemplo, uma coisa é você questionar, se os experimentos são realizáveis,né? Se o tipo de material que está sendo proposto pra condução daquele experimento é acessível. Se os experimentos estão igualmente distribuídos ao longo de todos os capítulos e são vieses de análise. Outra coisa, é você chamar a atenção pro fato, do experimento, estar sendo usado com viés de confirmação de teorias. Ou se o experimento está sendo apresentado como algo isento. Cujo resultado, só admite uma linha de interpretação. [...] Você pode perfeitamente analisar os experimentos que estão propostos no livro, sem chamar a atenção pra esse detalhe. Mas ele fazia questão. E aí, esse tipo de discussão me interessava. Por exemplo, eu acho que até então, eu nunca tinha pensado, que um experimento não é capaz de provar, de determinar que uma teoria é verdadeira. De que aquela afirmação é verdadeira sobre o mundo. Ou que... o experimento... na visão de um determinado filósofo, é visto como uma encarnação da teoria, né? Quando se planeja uma montagem experimental, você planeja esperando um resultado. Então, já tem algo que foi elaborado antes. Se não chamarem a sua atenção, pra essa possibilidade em algum momento da formação inicial, eu acho que a maior parte dos alunos não vai pensar a respeito. Eu, provavelmente, não iria. E aí, chamaram a minha atenção pra isso... foi legal. Acabou abrindo portas pra um caminho de pós-graduação.

Na pós-graduação, a formação em História da Ciência teve um impacto maior para a sua atuação como formador de professores.

3.8 Caracterização geral da disciplina de História e Filosofia da Ciência

Sobre o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) em relação ao perfil profissional, consta no site que é esperado que os formandos estejam aptos a serem professores no ensino fundamental e médio e dentre várias outras competências, sejam capazes de compreender o processo de produção e construção do conhecimento biológico. Para a compreensão do desenvolvimento dos conceitos biológicos, os seus contextos sociais, econômicos e científicos, além de aspectos inerentes à atividade científica, a História e a Filosofia da Ciência podem fornecer uma visão mais holística dos conhecimentos em questão.

A disciplina de História e Filosofia da Ciência, nos anos de 2017 e 2018 ocorria na sexta-feira à tarde. Geralmente as carteiras eram dispostas em círculo, para facilitar as discussões.

Ocorriam leituras extra-classe, com a ajuda de roteiro, que eram entregues no dia da aula. Além de preparar o estudante para as discussões do tema da aula, os roteiros eram um dos instrumentos de avaliação.

> [...] em função dessas leituras, eu percebi que a coisa funciona melhor, quando eles tem um roteiro de leitura. Que são algumas perguntas pra dirigir o olhar ao longo do

> texto. Algumas são bem simples. (não entendi) localizar uma informação no texto.[...]Outras: interpretar algo. Outras: aprofundar um pouquinho determinada pesquisa. Olha, na página tal, esse texto menciona tal autor ou tal teoria. Faça uma rápida pesquisa a respeito dessa teoria e traga um exemplo de aplicação, pra gente discutir na sala de aula. Eu percebi que esses roteiros de leitura, contribuem bastante para a discussão... melhorar na hora da aula. E a gente aproveita melhor a aula, fazendo o debate dos textos. E aí, eu faço assim. [...] Eu não tô muito preocupado com a nota que eles vão ter. Na prática, se o aluno que leu o texto e entrega os roteiros, vai ser aprovado na disciplina. Ele precisa se esforçar muito pra ser reprovado. [...] Então, eu procuro, primeiro: tem os roteiros de leitura que nós vamos discutir. Cada um desses roteiros, é corrigido de um jeito diferente, na aula. Então, eu proponho uma dinâmica de correção diferente e com isso, por ser um curso de licenciatura, eu já quero abrir, eu já abro um parênteses dentro da aula de História da Ciência, pra discutir critérios de avaliação com eles, Ou estratégias de avaliação. [...] Então, por exemplo, é... tem um roteiro de leitura, em que todos tem que trazer o seu texto pronto pra entregar, Mas eu só vou corrigir, a produção coletiva que ele fizerem na sala. [...] Então, o espaço da aula é usado pra que eles nomeiem um relator, que vai sentar lá no computador, que tá ligado no projetor. Todo mundo tem acesso às suas respostas, e aí, a gente vai discutir, cada uma das perguntas e o relator tem que produzir uma síntese do que eles vão discutindo. Os alunos vão meio que ditando, alguém propõe uma resposta, aí eu falo:" ó, quem acha que tem uma resposta mais completa que a dele?" "O que você colocou?" "quem colocou algo diferente?" "quem discorda disso aqui?" "como é que vocês vão convencer o relator, de qual que é a mais completa?". Eles produzem uma versão única, que fica pronta no fim daquela aula, eu corrijo aquela... e a nota é distribuída pra todo mundo.[...] Essa é uma dinâmica. Outra dinâmica é: eu recolho e redistribuo entre eles: um corrige o do colega. [...] Outra dinâmica é fazer... cada um agora vai fazer uma auto-avaliação. A gente vai discutir... as respostas... os alunos vão pensar a respeito do texto e você avalia... o quão completa está a sua resposta. Outra dinâmica é: a gente vai simplesmente discutir, pra que todo mundo tenha a oportunidade de complementar as próprias respostas. A data de entrega é um dia depois da aula.[...] E aí, você teve a oportunidade de ler, refletir sobre a sua resposta, discutir em grupo e depois você tem mais um dia pra entregar. Pra entregar uma resposta mais completa. Se você entregou do mesmo jeito que tava, se você não aproveitou a oportunidade pra corrigir, é uma questão de foro íntimo.

Sobre outros aspectos da avaliação, o professor considera:

> E eu costumo negociar com as turmas, se eles fazem questão de avaliação ou não. Tem alguns alunos que no terceiro semestre do curso, ainda são muito apegados à prova. Eles acham que prova é o instrumento que reflete o grau de aprendizado. [...] Eu discordo. Mas se eles valorizam muito isso, a gente faz uma prova, valendo pouco, lá no final. Nos últimos semestres eles tem aberto mão.[...] E então na prática, é isso. Se eles entregarem os roteiros de leitura, apresentarem os seminários, apresentarem as produções textuais, que às vezes eu peço, pra fazer uma pesquisa rápida, responder uma questão, coisas assim. Entregou as atividades, vai passar. [...] Se faltou demais ou se não entregou as atividades, aí tem um exame, que é prova escrita.

Com as modificações na carga horária da disciplina de História e Filosofia da Ciência, o curso que anteriormente tinha uma proposta mais teórica de abordar aspectos gerais de História e Filosofia da Ciência, foi se tornando mais específico e prático em História da Biologia.

Sobre as contribuições da História da Ciência na formação docente, o professor citou:

> [...] eu acredito que a História da Ciência ajuda a aprender Ciência melhor. [...]É reconhecer que o termo cientista não cabe em qualquer momento da História. É... reconhecer que um experimento não prova ou desprova nada. [...] Reconhecer que, às vezes, ciência tem mais a ver com convencer pessoas do que produzir verdades sobre o mundo. Entender o papel do que que é essa tal comunidade científica? Como é que se produz ciência? [...] Ou, a reflexão histórica, aumenta a cultura geral do professor, no sentido de chamar a atenção pra esses temas. E eu acho que isso ajuda a moderar

> o discurso do professor, independente de qual seja o tema de estudo que ele tem pra trabalhar nas aulas. [...] Então, isso já afeta a sala de aula. Outra frente mais direta, mais linha de frente mesmo, é essa de estratégias didáticas. Vamos levar uma aula em que os alunos vão assistir um vídeo. Vamos levar uma aula em que nós vamos reproduzir um experimento. Vamos levar uma aula em que vai ser lido tal texto histórico com objetivos específicos, com uma temática mais fechada. [...] Particularmente, eu me divirto mais, nesse primeiro canto que é de ampliar a cultura geral do professor. [...] Mas, cada vez mais, participando de congressos, vendo outros trabalhos como o seu trabalho do mestrado, eu vou me convencendo cada vez mais, de que é necessário também, na formação do professor, essa experiência prática. Manipular o material, levar o material pra sala de aula, fazer testes, coletar dados, discutir esses dados com os alunos. Vou me convencendo, cada vez mais, que não é só uma questão de cultura geral, é preciso também dar sugestões de como fazer.

Quanto à experiência das aulas no ano de 2017, que foi o primeiro oferecimento da disciplina de História e Filosofia da Ciência após a redução da carga horária, o professor concluiu:

> Eu tenho percebido que as discussões de Filosofia da Ciência tão sumindo. As discussões de diferentes epistemólogos da Ciência, estão sumindo no curso da Biologia. E aí, a tendência é virar mais de História. E se isso vai acontecer, que seja de História da Biologia. Que seja mais focado em História da Biologia. É o jeito...

Com o objetivo de fornecer uma formação mais específica em História da Biologia, os futuros professores poderão analisar e escolher a melhor estratégia didática com relação ao conteúdo dos materiais pedagógicos, como o livro didático.

3.9 Atuação do professor formador no IFSP

O professor em sua primeira entrevista, fala um pouco do histórico do IFSP e o início de sua atuação como professor na instituição:

> [...] em 2008, foram criados muitos cursos de licenciatura. A partir de 2010, essas primeiras turmas começaram a entrar no terceiro ano, na segunda metade do curso. E na segunda metade do curso, tinha que começar o estágio supervisionado e uma série de disciplinas de caráter mais pedagógico, que a equipe que fez parte da implantação em 2008 não tava à vontade pra oferecer... não tava formada pra oferecer. Então, em 2009, teve um concurso grande, pra contratações que seriam (oferecidas) em 2010. Eu entrei em agosto de 2010. A minha vaga, especificamente, foi a única que abriram pra candidatos com pós-graduação em ensino de química. E aí, eu fui contratado pra trabalhar nessas disciplinas, de Prática de ensino de Química, Instrumentação pro ensino de Ciências, História e Filosofia da Ciência, Metodologia do trabalho científico. E são essas disciplinas que eu assumi desde então. [...]Então, no caso da História da Ciência, eu assumi pela primeira vez, no segundo semestre de 2010. Eu acho que essa foi a quarta turma, que teve a disciplina. E, desde então, sou eu o professor. Eu fiquei afastado por um ano, em 2015, pra concluir o doutorado, mas voltei já. Fizeram questão de me devolver a disciplina. [...] É... voltei a ministrar a disciplina nesse ano, normalmente. Tanto pra licenciatura em Química, quanto pra Biologia. E fora a História... aqui chama História e Filosofia da Ciência. É uma disciplina que acontece no terceiro semestre do curso. [...] Fora essa, eu também ministro Metodologia do trabalho científico, pra quem começa o TCC. É... Práticas de ensino de Ciências e Instrumentação para o ensino de Ciências. E...agora, de um ano pra cá, eu tô me aproximando das tecnologias da informação, no ensino. Era uma disciplina que tava meio abandonada, não tinha uma aderência efetiva de professores e eu achei que podia contribuir ali e tô me aproximando.

Antes da inserção da replicação de experimentos históricos na disciplina de HFC, o professor faz algumas considerações a respeito das contribuições da História da Ciência e dos experimentos.

> [...]Então, além da moderação do discurso do professor, a História da Ciência ajuda a revisar os próprios conteúdos que ele tá apresentando. Os próprios conteúdos que ele vai... trabalhar com os alunos. Tanto no nível conceitual quanto no nível das habilidades. Eu acho que trabalhar com os experimentos, independente dele ser histórico ou não, ajuda mais nas habilidades de manipulação. Agora, na habilidade de julgar criticamente uma informação, a História da Ciência ajuda a ensinar isso bem.[...] pra mim, o que interessa mais do que o experimento, é a discussão a respeito. É a leitura que ele permite da própria ciência. Mas isso tanto no da Biologia quanto no da Química, eu pretendo trazer alguma alguma reprodução. Até, pelas discussões que você coloca lá, do Chang, de que a tentativa de reproduzir o experimento histórico, ajuda a se deparar com alguns dos problemas que o pesquisador teve. Então, isso ajuda, a no mínimo, ampliar o interesse por estudar aquele período. [...] Por estudar o contexto, por estudar a fala do próprio pesquisador. Atribuir mais significado pro texto histórico que eles vão ler.[...]Então, eu quero experimentar isso, nesse semestre. Vamos ver, se vai caber em duas aulas.

Sobre a replicação de experimentos históricos e a adoção dessa perspectiva histórica prática, na licenciatura em Ciências Biológicas, além dos aspectos citados de aumentar o interesse dos estudantes para a situação-problema que o personagem histórico se deparou, o professor considerou:

> [...] a replicação de um experimento numa licenciatura em Biologia que favorece que a turma leia um capítulo da Origem das espécies...[...]Isso tem um apelo emocional pra quem está se formando em Biologia. Ele vai ler um capítulo da Origem das espécies. [...] Ele vai replicar... primeiro, ele vai formular hipóteses diante de problemas que o Darwin se viu enfrentando... [...]Ele vai formular hipóteses, a gente vai discutir em conjunto quais daquelas hipóteses... quais daqueles planejamentos experimentais são factíveis dentro dos nossos recursos, dentro dos nossos prazos. Escolhendo algumas deixar eles testarem e depois comparar aquilo com as soluções que o Darwin propôs para os mesmos problemas. Eu acho que isso vai ter um significado. Isso vai ter uma permanência na formação dos biólogos. Eu queria te incentivar a procurar aquela turma do ano passado. [...] Perguntar: "O que você lembra do curso de História da Ciência"? Eu acho que o experimento que você conduziu, ficou mais do que as aulas. Do que eu tenho uma expectativa em torno dos estudos de caso. Eu acho que eles vão se lembrar da controvérsia entre o Pasteur e Pouchet. [...] Eu acho que talvez eles se lembrem do caso da descoberta ou não da radioatividade com o Becquerel. [...] Agora, do que a gente tratou sobre formas de organização do pensamento entre os sumérios, dos exemplos que a gente usou da História da Medicina pra passar ao longo da Idade Média, eu acho que isso vai se perder. [...] Porque a disciplina hoje tem uma organização cronológica, que eu começo com estudos de caso, e todos do século XVIII e XIX, pra apresentar a metodologia de como se produz conhecimento histórico hoje. Mas depois eu vou pra uma cronologia, que começa lá com os sumérios e avança até voltar pro século XX selecionando alguns episódios aqui e ali, mas são visões mais panorâmicas com pequenos aprofundamentos de alguns detalhes. Para no Paracelso. Para no Galeno. Para no Aristóteles,né? [...] Pequenos detalhes pra aprofundar. Eu acho que essa versão mais panorâmica não vai ficar nada. E aí, quando você faz uma inferência desse tipo, eu me sinto um pouco motivado a... então, vamos tirar isso e colocar outra coisa no lugar? Vamos colocar mais estudos de caso? Talvez, vamos colocar mais replicação de experimentos? [...] Porque tem chance de ser mais significativo. Agora, eu não gostaria que o curso fosse percebido pelos alunos, como uma sobreposição de peças que não se encaixam. [...] Que assim, são bloquinhos de aulas, jogados meio que aleatoriamente e que não tem um fio condutor. [...] Onde é que tá o meio termo que une todas essas histórias? [...] Se eu tirar a cronologia, o que eu vou pôr no lugar? [...] Talvez, seja a Base Nacional Comum Curricular. Talvez seja o currículo de Biologia da educação básica, né?

> Vamos conhecer melhor esses episódios sobre os quais você vai ensinar. [...] Mas algum fio condutor, que conecte as aulas, precisa existir.

Quanto ao curso de História e Filosofia da Ciência se tornar mais específico em aspectos históricos da Biologia, foi uma opção que o professor encontrou para a redução da carga horária.

Capítulo 4. Pesquisa-ação e a replicação de experimentos históricos no IFSP-SP

Após as experiências com a replicação de experimentos históricos no ensino médio para a coleta de dados da minha dissertação de mestrado em 2012 (SILVA, 2013) e de acompanhar mais duas aplicações da sequência didática em outra escola particular na cidade de São Paulo, nos anos de 2013 e 2014, tinha algumas indagações a respeito de como seria trabalhar essa temática no ensino fundamental 2 e no ensino superior: como seria a recepção à proposta? De que forma os estudantes se envolveriam com a situação-problema? Quais seriam as contribuições da replicação de experimentos históricos?

Essas e outras questões motivaram a continuação da tese nessa linha de pesquisa e no aprofundamento sobre a replicação de experimentos históricos como estratégia didática prática. Com o convite feito pelo professor José Otávio Baldinato, de acompanhar a disciplina de História e Filosofia da Ciência, do curso de Ciências Biológicas do Instituto Federal de São Paulo, nos anos de 2017 e 2018, foi possível a elaboração de considerações a respeito da replicação de experimentos históricos no ensino superior. A permanência da pesquisadora com os seus interlocutores no ambiente educacional, além de possibilitar a coleta dados, permitiu a compreensão do contexto da pesquisa, através da participação da vida social do grupo (MINAYO, 2014, p. 64). Ter o contato com a sala de aula, após a entrevista inicial com o professor e participar das vivências profissionais, permitiu a descrição e a reflexão de todo o processo, possibilitando a compreensão de aspectos práticos, que poderiam demorar para serem percebidos e/ou assimilados sem esse contato.

Nas páginas a seguir, detalharemos como foi o processo de inserção dos experimentos históricos na disciplina, os resultados obtidos e as implicações para novas experiências.

4.1 Contextualização da proposta de replicação de experimentos históricos

Como já mencionado anteriormente, o desenvolvimento de uma sequência didática, aplicação e avaliação, referentes a experimentos clássicos de Charles Darwin foram objeto de estudo da minha dissertação de mestrado. A partir do contato com o professor formador, que se interessou em inserir a proposta da replicação de experimentos históricos nas licenciaturas de Ciências Biológicas (nosso foco de pesquisa) e Química, foi possível acompanhar as atividades

envolvendo o episódio histórico de Charles Darwin e a distribuição geográfica de plantas, na formação dos biólogos.

Charles Darwin e Joseph Dalton Hooker (1817-1911), botânico responsável pelo *Kew Garden* (Jardim Botânico de Londres), a princípio eram correspondentes sobre História Natural (principalmente sobre Botânica) e com o tempo, se tornaram amigos. A partir de um questionamento de Joseph Hooker, sobre a presença de 31 plantas em comum entre a Terra do Fogo, Tasmânia e a Terra de Kerguelen[21] , de ambientes tão diferentes e distantes (DESMOND; MOORE, 2009, p. 442) separados por barreiras geográficas, Darwin em 1855 começou a busca de evidências de que poderia ocorrer a dispersão pela água do mar .

Havia duas explicações principais para a distribuição vegetal em questão: a criação independente nos diferentes locais em que a planta era encontrada (origem múltipla) ou a planta teve origem em um local e se dispersou para outros territórios (origem única). A ideia mais recorrente na época para os naturalistas era a origem múltipla, mas Darwin planejou alguns testes para a hipótese da origem comum, que é uma das suas teorias evolutivas, também conhecida como ancestralidade comum (ou descendência comum). Alguns desses experimentos realizados por Darwin que buscavam a plausibilidade da origem comum, foram selecionados e adaptados para serem replicados em sala de aula. Eles buscavam verificar: a) a flutuabilidade das estruturas, para que fosse possível o transporte pela água; b) a resistência das sementes à imersão na água do mar; e c) a viabilidade e a germinação das sementes após o período de imersão na água salgada.

No capítulo XII de *A origem das espécies*, foram descritas observações realizadas por Darwin, de ramos, sementes ou plantas inteiras que chegavam às praias. Esse seria um indício de que a dispersão das plantas pela água do mar fosse plausível. Ele também testou a flutuabilidade de sementes e frutos: todas as sementes pequenas afundaram, os frutos maiores flutuaram por um tempo maior e os frutos secos flutuavam por mais tempo que os frutos verdes.

Considerando que as sementes podem ser carregadas em estruturas vegetais, como galhos e troncos, Darwin também testou a flutuabilidade e avançou em suas considerações: se as sementes transportadas através de estruturas chegassem à praia, ela resistiria a ação da água salgada? Para o teste da resistência, selecionou diversas sementes de espécies diferentes, deixando-as imersas em água salgada, considerando diversos intervalos de tempo. Muitos naturalistas, dentre eles Hooker, achavam que as sementes não resistiriam à imersão na água do mar (DESMOND; MOORE, 2009, p. 443)

---

[21] Ilha localizada entre a Austrália e a África do Sul.

Darwin observou que algumas sementes afundavam, mas que algumas ao ficarem desidratadas flutuavam por algum tempo, o que poderia dar sustentação aos seus argumentos (BROWNE, 2011a, p. 703).

Após nos debruçarmos sobre as fontes primárias, selecionamos fontes secundárias sobre as teorias de Darwin, para que pudéssemos fazer uma leitura crítica das opiniões de especialistas e de outras que estão presentes em meios de divulgação científica. Os estudantes receberam por e-mail um roteiro de leitura para um capítulo de livro de Ernst Mayr, sobre as Cinco teorias de Darwin e de um texto de divulgação científica, sobre o mesmo tema, escrito por Dráuzio Varella. Essa apresentação de trabalhos evolutivos de Darwin como sendo compostos por cinco teorias pode ser encontrado em materiais paradidáticos de Biologia (MEYER; EL-HANI, 2005, p. 34-38). A divulgação científica em materiais educativos, como o Caderno do aluno (SÃO PAULO, 2009), da rede estadual de São Paulo, também foi um dos motivos para a escolha do texto.

4.2 Replicação de experimentos históricos no IFSP nos anos de 2017 e 2018

No primeiro semestre dos anos de 2017 e 2018, acompanhei as aulas da disciplina de História e Filosofia da Ciência, na turma de licenciatura em Ciências Biológicas, do IFSP. Em 2017, na lista de alunos matriculados na disciplina de História e Filosofia da Ciência constavam 24 estudantes, sendo a maioria (16) do sexo feminino. Em 2018, foram 19 alunos matriculados na disciplina, que frequentavam regularmente, sendo 13 do sexo feminino. O perfil predominante da sala, nos dois anos do acompanhamento da disciplina, era o de jovens estudantes, provavelmente sendo o de primeiro acesso ao ensino superior.

No ano de 2017, houve três momentos presenciais e dois virtuais: um na sala de aula, dois no laboratório de Biologia; um de discussão virtual sobre as hipóteses e um espaço para a postagem dos relatórios no ambiente virtual de aprendizagem (AVA) da disciplina. Em 2018, todas as atividades aconteceram de forma presencial: quatro momentos na sala de aula e dois no laboratório de Química.

As observações foram feitas pela pesquisadora, em sala de aula, e registradas através de um gravador de áudio e caderno de campo. O áudio das aulas referentes à temática da replicação de experimentos foi gravado, para posteriormente ser analisado e complementar as anotações de campo. O foco de observação era a maneira como o professor e a pesquisadora conduziram o processo e a resposta dos estudantes a essas interações. Isso permitiu relacionar a análise documental, da legislação à literatura da área e o material produzido pelos estudantes com as observações realizadas durante a prática. O sentido prático da observação, em relação a instrumentos rígidos de coletas de dados, é a de que o observador pode adaptar o seu roteiro de

questões a partir da convivência com o grupo, pois ocorre a compreensão de aspectos gradualmente (MINAYO, 2014, p. 64). Estar na sala de aula possibilitou a observação da interação dos estudantes e do professor e participar do processo, fazendo intervenções quando eram solicitadas. Isso permitiu uma vivência mais próxima e integrada com as questões de pesquisa. Descreveremos a seguir como foram desenvolvidas essas atividades nos dois anos, para a realização de discussões e reflexões pedagógicas deste processo.

4.2.1 Atividades realizadas no IFSP, no ano de 2017

Entre maio e junho de 2017 foram realizadas as aulas de preparação para o tema de Evolução, discussão e a prática da replicação de experimentos históricos, conforme segue abaixo na tabela 2:

Data	**Local**	**Estratégia (s) didática (s)**
05/05/17	Sala de aula	Discussão teórica e a apresentação de uma situação-problema sobre a distribuição geográfica de plantas.
08/05 a 12/05/17	Moodle	Postagem das hipóteses e discussão sobre as propostas experimentais
12/05/17	Laboratório de Biologia	Teste das propostas experimentais factíveis e replicação de experimentos históricos
09/06/17	Laboratório de Biologia	Plantio das sementes que ficaram imersas em água salgada, realizado no contraturno das aulas.
21/06 e 22/06/17	Moodle	Postagem do relatório sobre a replicação de experimentos históricos

Tabela 2: Dinâmica das aulas de replicação de experimentos históricos

No mês de abril, eu e o professor José Otávio fizemos o planejamento dos momentos e detalhes das discussões sobre a História Natural, Evolução e a proposição da replicação de experimentos históricos de Charles Darwin. Como o professor se ausentaria alguns dias, por conta de licença-paternidade, a primeira aula de discussão teórica, de teste das propostas experimentais e da replicação de experimentos históricos foi conduzida por mim.

Antes da primeira aula relacionada à proposta da replicação de experimentos históricos, os estudantes receberam por e-mail um roteiro de questões para a leitura do capítulo “As cinco teorias da evolução de Darwin”, do livro *Biologia: Ciência única*, de Ernst Mayr (MAYR, 2005). Geralmente, nas aulas da disciplina, os alunos faziam o roteiro de leitura em ambiente extra-classe e entregavam ao professor no dia da aula. Além de ser um dos instrumentos de

avaliação da disciplina, o roteiro deveria ajudar na compreensão de aspectos culturais e na preparação dos estudantes para a temática da aula.

No dia 5 de maio de 2017, antes das discussões na sala de aula, solicitei aos estudantes a entrega das seguintes questões: “1) O que você sabe sobre Darwin? 2) O que você ensinaria no ensino [básico] sobre Darwin?” Essas perguntas iniciais tinham a intenção de coletar as concepções prévias apresentadas pelos estudantes sobre o tema e poder discutir alguns assuntos a partir da experiência deles. Também foi uma maneira de “quebrar o gelo”, pois enquanto eles respondiam esse breve questionário, preparei o ambiente para a aula, ligando o projetor de imagens. Foram recolhidas 22 folhas de respostas sobre essa proposta inicial, que serão detalhadas na análise de dados.

Nesta aula, discutimos os slides preparados e utilizados nas aulas da disciplina pelo professor José Otávio, sobre as Cinco Teorias de Darwin, segundo Ernst Mayr, tirando as dúvidas que surgiram sobre a apresentação das teorias feitas no texto e o roteiro de questões. Essa atividade teve a intenção de despertar uma visão crítica sobre a proposta das “cinco teorias” e de conhecer alguns aspectos da teoria evolutiva presentes nas obras de Charles Darwin. Das teorias discutidas, demos destaque à ancestralidade comum, que era o foco das discussões do episódio histórico que seria proposto.

Sobre a ancestralidade comum, falamos que foi a ideia que mais gerou resistência, principalmente na época da publicação de *A Origem das espécies*, pelo fato de destituir os seres humanos de um lugar privilegiado na criação de Deus e os considerarem ancestrais de todas as outras espécies. A incompreensão desse aspecto gerou publicações de caricaturas com o rosto de Darwin em um corpo de macaco, por exemplo, satirizando a consideração dos humanos como animais. Distorções sobre a teoria também geraram equívocos propagados até os dias atuais, em relação a atribuir a Darwin a ideia de que “o homem veio do macaco”.

Mayr cita em seu texto que Charles Darwin elaborou essa teoria nas Ilhas de Galápagos, observando os tordos (espécie de ave). Existem diversas interpretações historiográficas para esse fato e uma das mais aceitas é a de que Darwin coletou e enviou os espécimes para a Inglaterra, e a observação mais aprofundada sobre as espécies com a ajuda de John Gould (1805-1881), se deu muitos anos depois da viagem. Ou seja, quando estava em Galápagos observou e coletou espécimes, mas o desenvolvimento de inferências aconteceu anos depois.

Pedi aos estudantes que se reunissem em grupos, para a leitura e discussão de um texto de divulgação científica: “As cinco teorias de Darwin”, escrito para o jornal *Folha de S.Paulo*, pelo médico Dráuzio Varella (VARELLA, 2005). A escolha desse texto foi para compor uma reflexão didática de conteúdos que estão em materiais pedagógicos. Por exemplo, o texto em

questão consta no Caderno do aluno[22], da rede estadual de São Paulo e foi utilizado na sequência didática (criada e avaliada) proposta na minha dissertação de mestrado. Para que ocorresse depois um compartilhamento das impressões do grupo, de forma coletiva, propomos a seguinte reflexão: "Você, como professor de ensino médio, utilizaria este texto em sala de aula para trabalhar sobre Evolução? Se sim, como e por quê?"

Esperava-se que os alunos identificassem as diferenças de estilo entre os textos apresentados (texto científico e de divulgação científica) e as suas características, de acordo com o público-alvo. Também deveriam identificar alguns erros conceituais presentes no texto e caso optassem por trabalhar com o texto de divulgação científica em sala de aula, deveriam fazer algumas problematizações.

Durante a discussão, os estudantes apontaram alguns aspectos que chamaram a atenção no texto de divulgação científica: a) a predominância de um discurso de autoridade, pois o autor é um médico influente, tanto pela figura que representa quanto por apresentar seu trabalho em um programa em rede nacional. Os estudantes também acharam que ele exagerou em suas afirmações, com uma fala descontextualizada e pouco plausível; b) a questão da religião ter um controle sobre os conhecimentos por uma boa parte do tempo histórico e a ideia de seleção natural quando foi apresentada, apesar de ser "muito óbvia", era genial e ousada para a época; c) omissão de algumas controvérsias, contexto histórico e os embates, pois houveram resistências às ideias de Darwin na época. Os estudantes disseram que o modo como o Dráuzio escreve o texto deixa a impressão de que a teoria evolutiva tivesse sido aceita prontamente; d) determinismo do autor, no sentido de antes da teoria evolutiva nada oferecia explicação ou nenhuma alternativa aos problemas do mundo; e) equívoco histórico ao mencionar a observação e conclusão que a diversificação das espécies a partir de um ancestral aconteceu nas ilhas de Galápagos; f) afirmações, segundo os alunos, sem critérios (por exemplo, que as aves são os únicos dinossauros sobreviventes da extinção); g) julgamentos pelo personagem histórico, ao afirmar que Darwin só tinha duas explicações: o criador ou a seleção natural.

---

[22] O texto consta na apostila do 3º ano do ensino médio (SÃO PAULO, 2009). Como a princípio, a sequência didática do mestrado seria aplicada em escola pública, foi acrescentado em seu conteúdo essa proposta. As discussões acerca deste texto com os estudantes do ensino médio de uma escola particular foram bem produtivas, no sentido de exercitar o senso crítico da comunicação científica em diversos meios de divulgação. Com os estudantes de ensino médio, foi feita uma comparação do artigo do Drauzio Varella e de um texto escrito por mim, com um resumo sobre a proposta das cinco teorias feitas pelo Mayr. No ensino superior, ao considerar a autonomia dos futuros professores e pelo fato de disponibilizar leitura técnica, optamos pela indicação da leitura do capítulo do Mayr.

Além desses aspectos, os estudantes identificaram **erros conceituais biológicos** no texto:

> ... a partir das mutações, eles ficam tão diferentes que não podem acasalar. Isso é errado. Eles até podem acasalar...Mas não gera descendente fértil...Ele usa conceitos que não são corretos. Isso pode confundir o aluno. (fala transcrita de um estudante durante a aula)

Os estudantes disseram que problematizariam esses equívocos em sala de aula. Também identificaram como erro, o autor atribuir como resultado da seleção natural, segundo Darwin, a variabilidade genética, pois isso seria um **anacronismo**:

> Ele fala que segundo Darwin, a seleção natural é o resultado da existência da variabilidade genética. Isso é segundo Darwin mesmo? Variabilidade genética é uma coisa tão recente. Darwin já entendia de Genética e de variabilidade genética? (fala transcrita de um estudante durante a aula)

Em muitos momentos, os licenciandos apresentaram **opiniões críticas** sobre o texto:

> Ele fala que... que a teoria da seleção natural foi o conceito filosófico mais revolucionário desde a Grécia antiga. Mas qual foi o conceito revolucionário da Grécia antiga? Quais foram todos os conceitos revolucionários que existiram. Por que que ele é o mais revolucionário? Pra quem que ele foi o mais revolucionário? (fala transcrita de um estudante durante a aula)

A falta de clareza no texto a referências históricas e filosóficas chamaram a atenção dos estudantes. Também foi apontada uma confusão de conceitos e de um certo "fatalismo":

> "Então, eu acho que ele mistura muito os conceitos... é... ele fala que foi possível abandonar interpretações sobrenaturais com a teoria da seleção natural. Possível pra quem? Pra Ciência? Pra todas as Ciências? Porque a gente, por exemplo, tem professores criacionistas. Então, tipo...pra quem foi possível?" (fala transcrita de um estudante durante a aula)

Os estudantes acharam que algumas declarações no texto foram desnecessárias para propósitos didáticos e que parecia que ele queria mostrar uma definição dele sobre o tema do que passar informações científicas. As expectativas de saber mais informações sobre evolução, de maneira imparcial, segundo os alunos, não foram atendidas. Por isso, muitos licenciandos reforçaram a necessidade de problematizar o texto, caso fossem utilizá-lo em sala de aula.

Em meio ao compartilhamento de opiniões dos grupos sobre o texto, teve um momento em que surgiu um debate entre evolução e criacionismo (principalmente sobre a oposição que se faz entre evolução e religião, sendo a primeira uma estratégia de combate à segunda), que se acentuou, gerando muitas falas ao mesmo tempo. Apesar da discussão estar interessante, infelizmente tive que intervir, para que os estudantes que não tinham falado pudessem ser

ouvidos e conseguissem terminar o compartilhamento das ideias, no tempo didático da aula. Após a participação de todos os grupos, finalizamos a discussão, falando sobre os objetivos das atividades na formação de professores e as implicações em sala de aula.

Por fim, fizemos uma introdução ao tema da replicação dos experimentos históricos como uma das formas de se trabalhar com a História da Ciência. Apresentamos a situação-problema que guiaria a nossa prática no laboratório: Como explicar a ocorrência de uma mesma espécie em ambientes geográficos diferentes (separados por barreira geográfica)? A partir das discussões em grupo, os estudantes deveriam propor uma montagem experimental para ajudar na defesa da (s) sua (s) hipótese (s), que pudessem ser realizadas no laboratório da instituição.

As discussões sobre a situação-problema ocorreram de forma virtual. Solicitamos um cadastro de usuário visitante para o meu acesso ao moodle, como inscrita na disciplina B3HFC-História e Filosofia da Ciência. O professor José Otávio criou um espaço na disciplina para que fossem discutadas as questões sobre a replicação de experimentos históricos. No dia 8 de maio de 2017, inseri no moodle as situações-problemas e a requisição de proposta de uma montagem experimental, no fórum do ambiente virtual de aprendizagem, no ícone criado pelo professor chamado “as sementes de Darwin”. As hipóteses e propostas deveriam ser postadas até o dia 10 de maio de 2017, para que houvesse discussões e fossem definidos quais experimentos seriam testados na aula do dia 12 de maio. O professor fez uma postagem no dia 9 de maio, com algumas considerações sobre as hipóteses para a situação-problema, de modo a incentivar a participação dos estudantes no ambiente virtual.

Pensamos na utilização do ambiente virtual de aprendizagem da disciplina por vários motivos: explorar os recursos tecnológicos disponíveis, permitir a participação do professor formador (que estava em período de licença), otimizar o tempo didático (pois não haveria oportunidade de discussão em sala de aula) e ter registrada as discussões (a elaboração de um texto escrito também ativa aspectos cognitivos diferentes da forma predominantemente verbal).

As hipóteses foram postadas até o dia 10 de maio, mas as discussões não fluíram como era esperado, para a definição antecipada dos materiais e dos experimentos a serem realizados na aula prática. Quando se postava algum comentário no fórum, todas as pessoas deveriam receber um e-mail de notificação, com o que foi enviado. Entretanto, por alguma falha técnica essas mensagens de notificação não chegaram. Por ter sido um período curto de tempo para a discussão, agravado pela falha na comunicação.

Para o e-mail da turma, enviamos uma seleção de textos históricos sobre o episódio a ser trabalhado: a) um trecho selecionado do capítulo XII, de *A origem das espécies*; b) algumas correspondências de Darwin com naturalistas da época; e c) um artigo do Darwin (traduzido) sobre alguns resultados dos experimentos dele.

No dia 12 de maio, no laboratório de Biologia, eu e a Luciana (coordenadora técnica do laboratório) preparamos o ambiente antecipadamente, disponibilizando nas bancadas alguns materiais para a realização da replicação de experimentos históricos a ser proposta ou escolhida. Como a aula inteira seria para discutir as hipóteses e propostas experimentais, conversar sobre o contexto do episódio histórico escolhido e a realização dos experimentos, achamos importante disponibilizar materiais para uma melhor condução das aulas.

Cada grupo de alunos ocupou uma bancada e eu passei em cada grupo, para discutirmos as hipóteses e propostas que foram postadas no moodle. Para o registro desse momento, utilizei um gravador, que ficou no bolso do jaleco e fiz anotações de campo, depois da aula. Comentei a proposta experimental feita em cada grupo e tentei compreender alguns aspectos que não ficaram claros. Discutimos os procedimentos e a viabilidade de cada proposição, pois isso não foi possível durante o período de interação no ambiente virtual de aprendizagem. As hipóteses, propostas e sugestões estão disponíveis na análise de dados.

Depois de conversar com todos os grupos e verificar quais teriam condições de executar os experimentos propostos, aconteceu um momento de discussão coletiva. Como a maioria dos alunos não tinham visto os materiais que foram enviados para o e-mail da turma, distribuí os textos das cartas e uma tradução do artigo para cada grupo, que comunicavam o processo e o resultado dos experimentos, tanto para discutirmos o contexto histórico, quanto para fornecer informações para a comparação dos resultados.

Em cada bancada do laboratório, foi entregue um roteiro da replicação de experimentos históricos como sugestão, caso não fosse possível a realização dos experimentos propostos pelo grupo e para a discussão das ideias desenvolvidas por Darwin. Falamos sobre os testes da flutuabilidade, resistência à água salgada e germinação das sementes pensados e realizados pelo naturalista e sugerimos que todos os grupos fizessem pelo menos o experimento que testava a flutuabilidade das estruturas vegetais, pois seria solicitado um relatório da aula prática. Tendo uma atividade em comum, relacionada a um dos experimentos de Darwin, seria uma fonte de discussão da proposta da aula prática. Nas bancadas havia uma bandeja com diversas estruturas vegetais e um balde. Os estudantes encheram o balde até a metade com água e utilizaram 35g de sal para cada litro de água, para simular a água do mar. Eles jogaram as estruturas e observaram as que flutuaram ou não, anotando essas informações com os respectivos tempos (de flutuação ou afundamento).

Foram realizados alguns experimentos propostos pelos estudantes e todos os grupos fizeram o experimento da flutuabilidade das estruturas vegetais. Outros grupos realizaram a imersão das sementes em água salgada e retornaram 28 dias depois no laboratório para o plantio

das sementes. A observação da germinação e anotações dos resultados auxiliaram na confecção do relatório e nas reflexões sobre a replicação dos experimentos históricos.

Solicitamos que os alunos postassem no ambiente virtual de aprendizagem os relatórios elaborados. Apesar de ter sido pensada uma discussão final no último dia da disciplina sobre o processo de replicação de experimentos históricos, não foi concretizada devido a mudanças de horários das aulas.

4.2.2 Atividades realizadas no IFSP, no ano de 2018

Em 2018, as aulas relacionadas aos temas da História Natural, Evolução e a proposta da replicação de experimentos históricos ocorreram de abril a junho. Com mais momentos presenciais em sala de aula, em relação às atividades desenvolvidas em 2017, foram acrescentadas mais discussões teóricas. Como segue na tabela 3 abaixo, as datas e as estratégias didáticas realizadas em 2018, detalharemos como foram os momentos pedagógicos.

Data	**Local**	**Estratégia (s) didática (s)**
20/04/18	Sala de aula	- Discussão teórica sobre a Filosofia e História Natural entre os séculos XVIII e XIX e a presença ou não de experimentos nos trabalhos de Charles Darwin. - Apresentação de uma breve biografia de Charles Darwin. - Apresentação da situação-problema, levantamento de hipóteses e proposta de montagem experimental.
27/04/18	Laboratório de Química	-Teste das propostas experimentais factíveis e replicação de experimentos históricos realizados pelo Darwin
04/05/18	Sala de aula	-Discussão sobre o roteiro de leitura e textos sobre o trabalho de Darwin
11/05/18	Sala de aula	- Discussão sobre o texto do Mayr e do texto de Dráuzio Varella
08/06/18*	Laboratório de Química	-Apresentação de seminário - Plantio das sementes que ficaram imersas em água salgada - Orientações para o relatório
29/06/18	Sala de aula	- Apresentação de seminário - Entrega do relatório sobre a replicação de experimentos históricos -Entrevistas com estudantes

Tabela 3: Dinâmica das aulas sobre a replicação de experimentos históricos em 2018

* O plantio das sementes estava previsto para acontecer na sexta-feira, dia 25/05/18. Mas como ocorreu uma greve dos caminhoneiros, ocasionando o desabastecimento de combustíveis, as aulas foram suspensas. Na outra sexta-feira, dia 01/06, foi feriado prolongado de Corpus Christi.

No dia 20 de abril de 2018, tivemos a primeira aula em que começamos a tratar da temática de Evolução e direcionar para a replicação de experimentos históricos de Charles Darwin na turma de licenciatura em Ciências Biológicas do IFSP-SP. Para a discussão do tema da aula, proposto pelo prof. José Otávio, sobre a Filosofia Natural e a História Natural entre os séculos XVIII e XIX, foi sugerido que os alunos assistissem o filme Mestre dos mares: o lado mais distante do mundo (*Master and Commander: The far side of the world*) e observassem principalmente o papel que o naturalista tinha no navio. Foram enviadas também as duas questões sobre o que eles sabiam sobre Darwin e o que ensinariam sobre ele na educação básica. As perguntas deveriam ser discutidas em aula e entregues de forma escrita. A aula iniciou-se com a fala do professor, apresentando os momentos planejados para a aula: 1) Sondagem sobre o filme Mestre dos mares: o lado mais distante do mundo (Master and Commander: The far side of the world) ; 2) Respostas sobre o que sabem e o que ensinariam sobre Darwin; 3) Apresentação de uma breve biografia do Darwin; e 4) A proposta da situação-problema para a elaboração de hipóteses e de um plano experimental.

O filme Mestre dos Mares, de 2003/2004, foi inspirado em livros escritos por Patrick O'Brian e dirigido por Peter Weir, onde retrata o cotidiano de marinheiros. Dentre eles o capitão Jack Aubrey e o naturalista Stephen Maturin a bordo do *H.M.S Surprise* (navio de guerra da Marinha Britânica) a partir de 1805, no período das guerras napoleônicas, com confrontos entre este navio inglês e o navio francês *Acheron*. Embora tenha como enfoque os conflitos armados entre as embarcações da França e da Inglaterra, o filme detalha a vivência dos personagens através dos hábitos, treinamentos e procedimentos, ilustrando os papéis desempenhados.

Durante a sondagem sobre o filme, o professor perguntou se os estudantes conseguiram identificar: a figura do naturalista e o contexto histórico do filme. Como o naturalista é um dos protagonistas, a observação do personagem Stephen auxiliaria compreender um pouco como era estudada as Ciências Naturais no século XIX. Através do filme, o professor conseguiu vincular o contexto do episódio histórico, com a história mundial (guerras napoleônicas e bloqueio continental) e a história do Brasil (vinda da família real portuguesa ao Brasil, em 1808).

Foram discutidos também sobre o filme as funções que o naturalista exercia na embarcação. Por ter sido provavelmente a pessoa que mais estudou Ciências Naturais e Medicina, era uma figura importante para a realização de "cirurgias" e cuidados médicos com os feridos, além de fazer companhia para o capitão. A perseguição ao navio francês aconteceu

na costa brasileira, na Terra do Fogo e em Galápagos. O desembarque em Galápagos provavelmente foi o momento mais importante para o naturalista, pois além da exploração do novo território, teve contato com diferentes espécies animais e vegetais, a maioria desconhecidas por ele.

O professor questionou a turma sobre como se identifica uma nova espécie e como isso apareceu no filme. Os estudantes verificaram esse fato através da observação de animais com hábitos e características diferentes dos que já são conhecidos. Por exemplo, no filme, o naturalista ficou surpreso ao ver que a iguana nadava e quando observou que pinguim não voava. Sobre o naturalista do filme foram feitas reflexões sobre se havia algum indício da presença de ideias evolutivas nas observações dos seres vivos em Galápagos. Concluiu-se que o estudo das espécies não foi influenciado por uma ideia evolutiva pois ele atribuía algumas características dos animais como que por vontade divina.

Na segunda parte prevista da aula, sobre o que os estudantes sabiam sobre Darwin[23], as informações mais comuns e recorrentes foram: que ele era um naturalista que fez uma viagem de volta ao mundo a bordo do *H.M.S Beagle*, e conseguiu observar seres vivos variados, tendo a ideia de evolução, ou seja, da mudança das espécies ao longo do tempo. Outros pontos levantados foram: que o Darwin tinha uma família abastada e por isso tinha o privilégio de conseguir se dedicar aos estudos; que ele formulou a teoria da evolução com base na observação dos bicos diferentes dos tentilhões, de acordo com a região e hábitos alimentares; teve influência de trabalhos de pesquisadores de outras áreas; e que trocava correspondências com outros naturalistas para discutir as suas ideias. Os alunos citaram a relação de Darwin com Thomas Huxley (1825 - 1895), Charles Lyell (1797- 1875), Thomas Malthus (1766 - 1834).

Thomas Malthus, por exemplo, fez publicações no campo da economia e especialmente no trabalho em que ele fala sobre o crescimento populacional, caso os recursos fossem ilimitados, o crescimento seria exponencial. Mas como há competição pelos recursos, Darwin relacionou a uma “luta pela sobrevivência”. Com Charles Lyell, discutia sobre a formação do planeta e aspectos geológicos. Darwin considerou conceitos utilizados em outras áreas para as Ciências Naturais, para a construção de sua teoria de modificação das espécies. Isso possibilita a discussão da criatividade do naturalista na construção de estudos científicos. Durante a conversa, os alunos também citaram Alfred Russel Wallace (1823- 1913), que de forma

[23] Solicitamos a entrega desta atividade sobre o que os estudantes sabiam e ensinariam sobre Darwin no primeiro dia de aula. Houve a entrega dessa atividade em aulas posteriores, mas achamos que após a apresentação da biografia de Darwin, as concepções que foram entregues podem ter sido modificadas.

independente também pensou na seleção natural como um dos mecanismos evolutivos, na mesma época em que Darwin.

Ainda sobre o que sabiam sobre Darwin, foi mencionado pelos estudantes que ele estudou em Cambridge. O professor pergunta se eles sabem qual foi o curso feito e um aluno responde que Darwin: "Cogitou teologia e medicina. Mas como não gostava de sangue foi para História Natural". Este mesmo aluno citou que leu em uma revista Ciência Hoje, que Darwin gostava de besouros e contou a história de que o naturalista capturou três besouros. Como não conseguia segurar os três nas duas mãos, colocou o terceiro na boca, mas o besouro soltou um ácido e ele acabou perdendo os três exemplares. O livro de cartas que Darwin trocou com outros naturalistas também foi citado.

Uma aluna compartilhou uma experiência que ela teve no PIBID, de alguns professores do ensino médio que apresentavam as ideias de Lamarck e Darwin em contraposição. Essa noção de que Darwin tinha a intenção de resolver as inconsistências do trabalho de Lamarck e a contraposição das ideias, foi citado como algo encontrado em livros didáticos. Para a reflexão sobre essa contenda entre Darwin e Lamarck, o professor pergunta aos alunos se eles eram contemporâneos. Um aluno respondeu que Darwin nasceu no mesmo ano em que Lamarck morreu. O professor brinca que Lamarck estava na vida adulta e não ia discutir com uma criança recém-nascida.

O docente pergunta se eles sabiam algo sobre a vida pessoal de Darwin. Uma aluna disse que viu em palestra de um especialista da área de Darwin que a família foi importante na luta contra a escravidão. Que Darwin veio para o Brasil e achou inadmissível a forma como os escravos eram tratados aqui. Um outro aluno cita o livro *A causa sagrada de Darwin*, de James Moore que trata sobre isso e o quanto era um paradoxo ele ter um primo que pregava o racismo. Provavelmente, o estudante se referia a Francis Galton (1822- 1911), que no final do século XIX começou a difundir a eugenia.

O professor chamou a atenção para o fato de que sempre é citado que a teoria foi formulada a partir de múltiplas observações de questões naturais e com isso surge a concepção da ideia de evolução de que algumas espécies poderiam ser derivadas de outras. Com isso, o professor problematiza:

> [...] quando a gente fala em desenvolvimento da Ciência, como é que se formula uma teoria, como é que se testa uma teoria, normalmente a palavra que ganha peso é experimento! Não é observação. (breve pausa) Tem experimentação no trabalho do Darwin? Ou é só observação?

Após perguntar duas vezes e os alunos ficarem reticentes durante um tempo, um estudante falou que ele conhecia um experimento que Darwin fez sobre o fototropismo. Em

uma caixa com uma abertura, a planta sempre crescia em direção à luz. Mas que ele acredita que no desenvolvimento da teoria evolutiva a observação foi predominante.

Ao explicar simplificadamente que durante a observação o naturalista descreve o que vê e na realização de experimentos, ele introduz e manipula um conjunto de variáveis, o professor questiona se alguém conhece outro experimento que Darwin tenha realizado, pois o experimento mencionado não tem relação com a teoria da evolução, que é o maior legado de Darwin. E novamente questiona à turma se a principal teoria de Darwin não precisou de experimentos.

Podemos perceber que durante as discussões, a vida pessoal e até aspectos bem pontuais da vida de Darwin são bem acessíveis aos estudantes de Ciências Biológicas. Mas o trabalho experimental de Charles Darwin, que foi considerável durante a sua carreira como naturalista, é pouco conhecido.

Em relação à segunda parte da discussão sobre o que eles ensinariam sobre Darwin os estudantes citaram: que ele contribuiu para o desenvolvimento da teoria da evolução, mas que não fez tudo sozinho; que a viagem para Galápagos foi importante para a proposição da teoria; e que não realizou pesquisas para contrapor as ideias de Lamarck, de forma a apontar se houver, esses equívocos no livro didático de Biologia.

O professor questionou se a viagem que Darwin fez no *H.M.S Beagle* foi tão importante para a teoria evolutiva, pois a publicação do livro *A origem das espécies* se deu quase vinte após a viagem. Os alunos justificaram que o processo de "pesquisa" não foi fácil e que ele trocou correspondências com outros naturalistas, ou seja, precisaria de um tempo para amadurecer as ideias. Novamente, o professor questionou se em 20 anos, o Darwin não fez testes para a elaboração da teoria evolutiva. Os estudantes respondem que se foram realizados, não são muito divulgados.

Esses dois momentos iniciais de discussão se deram nos trinta primeiros minutos de aula. Após verificarmos os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema, iniciamos a apresentação de uma biografia científica de Charles Darwin. Iniciei a apresentação falando sobre o contexto familiar e de formação de Darwin, com a complementação de algumas falas do professor José Otávio. Mostramos o mapa da viagem feita pelo naturalista, algumas questões que ele se deparou e problematizamos a demora da publicação de suas ideias evolutivas. Falamos sobre o recebimento da carta de Wallace e do fato deste ter a História Natural como profissão e enfatizamos que muitos trabalhos de especialistas sobre Darwin, relatam que ele só fica ciente da diferença de espécies e tipos de bicos dos tentilhões quando estava na Inglaterra, muitos anos após a viagem. Finalizamos a apresentação com o contexto do episódio histórico, da distribuição geográfica das espécies vegetais e a proposta da elaboração de hipóteses para a

situação-problema e de um plano experimental. Os alunos tiveram os 20 minutos finais da aula para a discussão em grupos. Salientamos que na aula da próxima semana eles deveriam entregar por escrito as hipóteses e o planejamento experimental. Como a próxima aula seria no laboratório, para a realização das montagens experimentais, pedimos também que eles fizessem um levantamento do material que precisariam para fazer o teste das hipóteses.

Ao longo das discussões, eu e o professor José Otávio passamos nos grupos para tirar dúvidas e orientar sobre as hipóteses e a viabilidade dos testes no laboratório. A hipótese da deriva continental e da dispersão por animais foram consideradas. Em uma das propostas de um grupo, eles citaram a simulação da deriva continental, através de isopor e outros materiais. Mas o professor questionou quanto a proposta do grupo ser uma maquete da hipótese e não um experimento, pois não seria possível o teste das ideias formuladas.

Por fim, solicitamos que os estudantes finalizassem em grupo a sua hipótese, fizessem um levantamento de materiais para esse teste no laboratório do IFSP, pois o grupo que apresentasse uma proposta experimental factível e tivessem todas as condições para o experimento, poderiam realizá-las na aula seguinte. Por e-mail, enviamos o link e indicamos o documentário *The darkest hour* (O desafio de Darwin), para que pudessem assistir parte de sua biografia e trabalhos realizados.

No dia 27 de abril, a aula foi realizada no laboratório de Química. Cada grupo que havia se formado na aula anterior para a discussão das hipóteses ocupou uma bancada no laboratório. Uma bancada ficou livre, com diversos materiais que foram organizados pela pesquisadora e pelo professor, caso os estudantes precisassem para o teste de suas hipóteses ou para a realização de algumas sugestões, tais como: diversos tipos de semente, diferentes tipos de estruturas vegetais, garrafinhas descartáveis, tesouras, caneta permanente, sal etc.

De modo geral, todos os grupos apresentaram a dispersão da semente pela água como hipótese para a distribuição geográfica das plantas. Mas como foi mencionado, a dispersão por animais sempre é considerada. Em um momento da discussão das hipóteses, um grupo considerou o fato de aves migratórias se alimentarem e defecarem em territórios distantes e apresentou o termo técnico zoocoria, que significa a dispersão de sementes por animais. O professor perguntou para a sala de aula, se alguém saberia fazer o teste para a hipótese de zoocoria. Um aluno disse que poderia ser feita a consideração da observação das migrações como uma evidência. Isso acendeu um debate na sala sobre a observação e a experimentação. Algumas alunas consideraram teórico demais a migração como evidência e que a percepção de que as aves migram é diferente de realizar testes.

Discutimos as hipóteses e propostas experimentais de cada grupo e voltamos o foco da discussão para os testes. O professor fez uma consideração, de que a teoria da evolução ser

construída a partir de observações parece não despertar muita crítica, mas que qualquer outra teoria científica necessitaria de uma evidência experimental. Mais uma vez ele questiona os estudantes, se a observação foi suficiente para Darwin elaborar a sua teoria evolutiva.

Distribuímos um roteiro da replicação de experimentos históricos de Darwin como sugestão de uma proposta experimental e algumas formas de se organizar os dados a serem observados. Explicamos a divisão da proposta do roteiro em três momentos de testes de propriedades: flutuabilidade, resistência e germinação das sementes. Então foram feitos os testes das propostas experimentais factíveis e a replicação de experimentos históricos de Darwin.

Para o teste de flutuabilidade, disponibilizamos baldes ou garrafas pet de 7 L. Um dos grupos levou um aquário. Os testes foram realizados de acordo com a criatividade e a organização dos estudantes em grupo, conforme a figura 6.

Figura 6: Estudantes preparando no aquário a solução de água com sal, para o experimento da flutuabilidade de estruturas vegetais.

Fonte: Tatiana Tavares da Silva

Com o teste de flutuabilidade das estruturas vegetais feitas na garrafa, devido à tampa, foi possível chacoalhar a água salgada com as estruturas, simulando as ondas, conforme a figura 7.

Figura 7: Estudantes durante a execução do experimento de flutuabilidade de estruturas vegetais.

Fonte: Tatiana Tavares da Silva

O experimento que testava a flutuabilidade também foi feito pelo professor, em uma balde com cinco litros e meio de água e 193g de sal. Foram jogadas diversas estruturas vegetais e observadas as que flutuaram.

Figura 8: Professor José Otávio Baldinato fazendo o experimento da flutuabilidade das estruturas vegetais.

Fonte: Tatiana Tavares da Silva

Após a realização das observações, os estudantes anotaram os dados, para que pudessem analisar, discutir e fazer o relatório dos experimentos.

Figura 9: Experimento da flutuabilidade das estruturas vegetais, feito no balde.

Fonte: Tatiana Tavares da Silva

Figura 10: Estudantes fazendo as anotações das observações dos testes de flutuabilidade

Fonte: Tatiana Tavares da Silva

Além da proposta do teste da flutuabilidade, foram imersas em água salgada, simulando a concentração do mar, diversos tipos de sementes.

Figura 11: Separação dos tipos de sementes para a imersão em água salgada.

Fonte: Tatiana Tavares da Silva

As sementes foram colocadas em garrafas plásticas, que receberam uma identificação: com o tipo da semente, do grupo e da sala, conforme a figura x. As garrafas foram colocadas em bandejas e guardadas em um espaço do laboratório de Biologia, com um aviso para que não ocorresse qualquer manuseio dos experimentos.

Figura 12: Sementes imersas em água salgada.

Fonte: Tatiana Tavares da Silva

Adiantamos a informação de que após um mês, estava previsto o retorno ao laboratório para que ocorresse o plantio das sementes, para a verificação da germinação e resistência das sementes à água salgada. Orientamos o monitoramento a cada dois dias, com registros da observação, por escrito e/ou com fotos e que fosse regado no mínimo uma vez por semana.

Para o desenvolvimento da aula seguinte, enviamos um roteiro de leitura para uma melhor compreensão de alguns aspectos das fontes primárias: capítulo XII - Distribuição Geográfica de *A origem das espécies*, a tradução de um artigo escrito também por Charles Darwin, *Does sea-water kill seeds?* (A água do mar mata sementes?), com a discussão sobre os resultados de seus experimentos com a imersão de diferentes sementes em água salgada. Como leitura opcional, enviamos uma coletânea de correspondências trocadas entre Darwin e naturalistas, no ano de 1855, sobre o episódio histórico da distribuição geográficas de plantas. A leitura da coletânea de cartas apesar de ser opcional, seria uma forma de interagir com aspectos pessoais do personagem histórico. O objetivo da aula foi o de discutir as fontes primárias do episódio histórico escolhido, em publicações de diversos formatos.

No dia 4 de maio, em sala de aula, foram propostas a leitura das questões do roteiro, discussão de dúvidas, interpretação e correção. Fizemos a discussão sobre a distribuição das

espécies descritas no capítulo do livro e em alguns momentos além da fala do professor e dos estudantes, houveram algumas intervenções da pesquisadora. Essa conversa com base nos escritos teóricos de Darwin, uma aula após a realização dos experimentos históricos no laboratório foi importante para relacionar a prática com a teoria, ter acesso aos registros de como a questão foi conduzida e de conhecer diferentes perspectivas sobre o trabalho do personagem histórico escolhido. O professor mencionou outro aspecto importante da leitura de fontes primárias para os estudantes de Biologia: o apelo emocional de ler o texto original de Darwin. Ao ter conhecimento das questões que o naturalista se deparou, a leitura dos originais além de aproximar os estudantes a diversos aspectos do episódio histórico possui um fator motivacional de ter o contato com a obra do autor estudado.

Um aspecto de filosofia da ciência a ser chamado a atenção é a de uma ideia recorrente de pensar que as teorias, principalmente as evolutivas de Darwin são baseadas apenas na observação. A realização de muitos experimentos e as implicações disso para as hipóteses e explicações para as questões levantadas por Darwin precisam ser enfatizadas na educação. As leituras da correspondência entre Darwin e outros naturalistas também podem ilustrar outros aspectos, nas formas de se fazer ciência, com a colaboração de muitas pessoas e de acesso a fontes diversificadas de informações.

No dia 11 de maio, discutimos o roteiro[24] e os textos enviados, sobre As cinco teorias de Darwin sob a ótica de Ernst Mayr e como isso reverbera na divulgação científica de Drauzio Varella sobre o mesmo tema. O livro *Biologia: ciência única*, com uma tradução em português publicada em 2005, teve o prefácio de Drauzio Varella e gerou um artigo no mesmo ano no jornal *Folha de S. Paulo*. O professor pergunta qual seria a primeira teoria mencionada no texto e uma aluna responde sobre a transformação das espécies, como pertencente a evolução propriamente dita. O professor lê um trecho sobre o conceito de evolução propriamente dita e problematiza a utilização do termo transformação[25]. Transformação poderia gerar equívocos em relação a se pensar que uma espécie poderia gerar outra, em um curto período de tempo. Por isso, ele achou mais indicado o termo “mudança” e cogitou ter sido um problema de tradução.

Ao mencionar esse possível problema de tradução, o professor relembrou de uma dificuldade da aula passada: durante a resolução das questões do roteiro e discussão do capítulo

---

[24] As respostas entregues pelos estudantes deste roteiro foram lidas, mas não entraram na análise documental porque não tínhamos os dados de 2017.

[25] No texto do livro consta que “[...] os indivíduos estão sendo transformados no tempo” (MAYR, 2005, p. 116)

XII de A origem das espécies, um trecho mencionado estava confuso, quando fazia menção sobre a diferença das espécies da África do Sul, Austrália e América do Sul. Estava assim: "[...] não se pode apontar três faunas e três floras **completamente (grifo nosso)** dissemelhantes". Após o fim da aula passada, eu e o professor José Otávio consultamos na sala dos professores o texto original do Darwin nesse mesmo trecho. Ao traduzirmos encontramos a seguinte frase: "Embora essas mesmas três regiões se situem em uma mesma latitude e tenha um clima muito semelhante, não se pode apontar três faunas e três floras **mais (grifo nosso)** dissimilares". A dificuldade para a compreensão deveu-se a substituição da palavra **mais** por **completamente**, o que inverteu o sentido da frase, ou seja, que não dá para dizer que elas são tão diferentes, quando o sentido no texto original é de que a fauna e a flora dessas três regiões são absolutamente diferentes. Mandamos um e-mail para a editora, mencionando esse equívoco e recebemos a resposta de que haveria correção em uma nova edição.

A discussão das traduções para o estudo de História da Ciência é fundamental, pois a compreensão e o contexto do episódio histórico podem sofrer distorções, prejudicando um estudo crítico e confiável. Esses aspectos técnicos são importantes para que ocorra uma contextualização mais ampla e sejam feitas problematizações que possam complementar a temática proposta.

Voltamos para a discussão das teorias de Darwin propostas por Mayr, falando sobre a descendência comum e o gradualismo. Sobre a quarta teoria, a multiplicação das espécies, discutimos os termos técnicos presentes no texto, como haploidismo, especiação alopátrica e especiação simpátrica. Um estudante levanta a questão de que seria um anacronismo falar em especiação alopátrica e simpátrica para se referir aos trabalhos de Darwin. A partir disso, foram identificados outros problemas no texto do Mayr: presença constante de auto-citação para justificar coisas e uso exagerado de advérbios e adjetivos. O professor citou também uma “história pedigree”, com a citação de linhagens de pesquisadores relacionados ao autor, que ligam às referências da área.

Em uma questão do roteiro de leitura, em que os estudantes deveriam pesquisar sobre a síntese evolutiva, eles citaram a consulta a livros didáticos, internet e a versão online da revista da Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia[26]. Achamos importante os estudantes terem como fonte de consulta um periódico especializado em História da Biologia.

---

[26] Os estudantes citaram a consulta a um artigo do Aldo Mellender de Araújo. Provavelmente deve-se tratar do “Síntese evolutiva, constrição, ou redução de teorias: há espaço para outros enfoques?”, da Revista Filosofia e História da Biologia, volume 1, p. 5-19, 2006

Relacionamos o fato do tema das Cinco teorias de Darwin estar inserido em um material didático da educação básica (Caderno do aluno, no 3º ano do ensino médio da rede estadual de Educação -São Paulo) através de um texto de divulgação científica escrito pelo médico e jornalista Drauzio Varella, que apresentava um quadro no programa dominical Fantástico, na rede aberta de televisão. Portanto, era um profissional bem conhecido e considerado pela população.

Sobre a leitura do texto do Varella discutimos alguns problemas se o olhássemos com uma perspectiva crítica trabalhada durante a disciplina de História e Filosofia da Ciência. Os estudantes apontaram os seguintes: a) a afirmação de que "a seleção natural varreu o determinismo", como se a teoria tivesse resolvido todos os problemas do mundo; b) utilização do termo variabilidade genética para explicar a seleção natural seria um anacronismo; e c) percepção e clareza da teoria de evolução em Galápagos.

Sobre a questão de como futuros professores, utilizariam ou não esse texto em sala de aula, ninguém respondeu que não usaria. Falamos sobre como trabalhar o texto no Ensino Médio, apresentando os equívocos e as funções que o texto poderia cumprir, como um resumo ou em uma linguagem mais informal de divulgação científica, pois foi uma matéria publicada em um domingo, em um jornal bastante popular no Brasil. Foram discutidas as seguintes possibilidades didáticas do texto: a) texto como iniciador de uma discussão; b) resumo e fixação do conteúdo; c) aprofundamento; d) leitura paralela; e e) problematizar os equívocos.

Além dessas possibilidades didáticas, o texto poderia ser trabalhado no início de uma sequência didática[27] ou no final. No início, poderia introduzir o tema e ao longo das aulas serem problematizados. Ao final de uma sequência de aulas, seria possível para a verificação do desenvolvimento do senso crítico e do amadurecimento das ideias. Foi discutida que essa última opção provavelmente geraria uma demanda cognitiva alta para o ensino médio. Por fim, concluímos a aula com a ideia de que não há um uso correto ou errado das propostas discutidas, mas que cada docente consiga ter condições de avaliar o que seria pedagogicamente mais coerente para a sua realidade.

Completando 28 dias de imersão em água salgada, estava previsto o plantio das sementes no laboratório de Química no dia 25 de maio. Mas a Diretoria-Geral do IFSP comunicou a paralisação das aulas devido à greve dos caminhoneiros, alterando o calendário acadêmico. Na outra sexta-feira, dia 1º de junho de 2018 não teve aula, pois foi feriado prolongado de Corpus Christi. Por isso, o plantio das sementes foi feito no dia 8 de junho, no

[27] Nos referimos aqui à sequência didática como uma sequência de aulas planejadas, com objetivos educacionais delimitados, contendo avaliações do processo.

laboratório de Química, logo após a apresentação de um seminário. Neste dia, também demos algumas orientações sobre o monitoramento dos experimentos e para a confecção dos relatórios, que deveriam ser concluídos até o dia 29 de junho.

No dia 29 de junho, na primeira parte da aula houve a apresentação de um seminário. Nesse dia também foi a data de entrega dos relatórios sobre a replicação de experimentos realizada no laboratório. Com os alunos que estiveram presentes em sala, levei a cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para entregar aos que ainda não haviam recebido e pedi que escrevessem seus e-mails nos TCLE originais que ficaram comigo, para que eu pudesse dar uma devolutiva do resultado da pesquisa. Também fiz a proposta de uma rápida entrevista semi-estruturada, cujo roteiro está no APÊNDICE X., com os estudantes que se disponibilizassem a ficar após o horário de aula. Como eles não teriam mais aulas, algumas alunas aguardaram na sala de aula para serem entrevistadas. Foram entrevistadas seis alunas, que geralmente eram as mais participativas na disciplina. Nesta amostra voluntária para a entrevista, quase tivemos representantes de todos os grupos que elaboraram as hipóteses e fizeram os experimentos no laboratório: faltaram dois. O contexto da entrevista e as análises serão tratados no tópico seguinte.

O áudio das aulas, as anotações da pesquisadora e as atividades realizadas pelos estudantes foram as fontes para a análise e reflexão dos dados, que serão apresentadas a seguir.

4.3 Análise documental da experiência didática com a replicação de experimentos históricos para o ensino superior nos anos de 2017 e 2018

Como mencionamos no relato das aulas ministradas nos anos de 2017 e 2018, fizemos duas questões aos estudantes referentes aos conhecimentos prévios que eles tinham sobre Charles Darwin e o que repassariam a seus alunos. Além de fazer um levantamento de concepções prévias sobre o personagem histórico e o ensino de evolução, a apresentação das opiniões apresentadas pelos estudantes durante a aula auxiliou nas discussões sobre a temática na sala de aula, gerando uma aproximação entre os alunos e os professores formadores.

No dia 5 de maio de 2017, estavam presentes 23 alunos, mas foram recolhidas 22 folhas de respostas, durante o primeiro momento da aula. Do número total dessas atividades entregues, apenas um aluno não quis se identificar.

Em 2018, nem todos entregaram as folhas de respostas no dia da aula (primeira aula que começamos a direcionar para a replicação de experimentos históricos). Recebemos no total 10 folhas, sendo que a disciplina tinha 19 alunos frequentes.

Nos dois anos foram encontrados os dados básicos sobre Charles Darwin, em relação a aspectos biográficos, históricos contextuais, sociais e econômicos. As produções intelectuais

na área de evolução foram citadas. Mas assim como em 2017, no último ano da coleta de dados não houve nenhuma citação do aspecto “experimentador” de Darwin. Havia somente menções a observações da natureza.

Sobre o que ensinar sobre Darwin, em 2017 e 2018, os estudantes citam assuntos que poderiam ser tratados em sala de aula, tais como: as teorias de evolução das espécies, aspectos biográficos, impacto da divulgação da teoria e aplicação nos dias atuais, os seus colaboradores, viagem à Galápagos, suas obras e o processo de desenvolvimento de seus trabalhos.

Foram analisados roteiros de leitura, relatórios finais da replicação de experimentos históricos e a entrega de atividades no ambiente virtual, em 2017. Mas como um dos principais objetivos da tese é analisar as concepções dos professores, esses meios não contemplariam o foco principal da pesquisa. Por isso, essas análises não serão apresentadas aqui.

4.4 Entrevistas com os estudantes

No dia 29 de junho de 2018, no último dia de aula da disciplina de História e Filosofia da Ciência, fizemos a proposta para que os estudantes que quisessem ficar após o fim da aula, conversar com a pesquisadora sobre como foi o processo da replicação de experimentos históricos e o desenvolvimento pedagógico da disciplina.

Entrevistamos 6 estudantes voluntárias: Bruna, Tainá, Luana, Bárbara, Gabriela e Elaine. A escolha de uma entrevista semi-estruturada deveu-se ao fato de conseguir captar opiniões mais espontâneas durante a conversa. A análise de documentos escritos tem essa limitação de expressão e da possibilidade da pesquisadora em questionar respostas não compreendidas.

Destacamos das entrevistas analisadas, a consideração da replicação de experimentos históricos como uma proposta inovadora:

> É, eu acho que a proposta foi bem interessante, né? Porque apesar da gente sempre ter lido... ouvido falar do Darwin a gente nunca, necessariamente pensou em como (as coisas) aconteceram. E apesar de que... acho que foi bem... um pouco falho na questão de que não tinha como fazer todos os experimentos. Todo mundo acabou fazendo o mesmo, praticamente. Então, mas mesmo assim, eu acho que foi bem interessante. A turma se empenhou bastante pra fazer. A gente conseguiu programar e pensar bem com a ajuda, tanto dos nossos amigos, quanto dos professores mesmo. Acho que valeu muito a pena de ter feito, sim.

Essa estudante considerou que todos os grupos acabaram fazendo o mesmo experimento no laboratório, da hipótese da dispersão pela água do mar e origem comum dos seres vivos. Outras hipóteses levantadas não foram testadas.

> Ah, eu acho que no dia foi bem legal porque a gente ficou pensando em várias hipóteses... E tipo, apesar de ser fácil, mais fácil pensar nas hipóteses, a gente não conseguia fazer isso em sala. Tipo meu, como a gente vai fazer isso em sala, sabe? Mas foi muito legal! [...]Isso. Foi a dificuldade maior. Mas achei muito legal que o professor pra gente fazer isso. Falou assim: "ó, vocês tem que fazer isso em

> laboratório." Aí a gente começou a pensar mais de uma maneira mais cientificista, sabe?

A proposta de uma situação-problema em sala de aula e a discussão de hipóteses, foi apontada como uma atividade difícil.

Quanto a replicação de experimentos históricos e outras atividades práticas realizadas no curso e no laboratório, foi citado:

> [...] (querendo ou não) é novo. A gente já fez isso algumas vezes, mas não foi tanto com intensidade, assim. Na real, a gente fez só (em um) de Bioestatística, que a gente tinha que acompanhar alguma coisa... [...] então, o processo todo de... da gente mesmo elaborar hipóteses, do que que a gente tinha que fazer... Fazer o relatório, fazer... acompanhar o seu experimento (não entendi). É algo novo pra gente,né? Porque a gente não pode deixar...o... tipo... (breve risada) deixar de acontecer, se não a gente se auto-prejudica digamos assim. [...] Então, pra gente é meio... "ah, vamo lá porque a gente tem que fazer o nosso experimento funcionar, né?

Quanto aos aspectos de Ciências Humanas da disciplina de História e Filosofia da Ciência na licenciatura em Ciências Biológicas, foi mencionado:

> Então, não só na questão do experimento, mas em tudo, assim, geral. Acho que vocês professores, de... deram muito bem assim, não deixaram muito monótono. Porque é uma coisa de... de Humanas. Então é uma coisa que é muito mais pesada, muito mais teórica, que entedia um pouco os alunos. Mas colocar esses experimentos, uma aula mais...diferente.

A replicação de experimentos históricos foi indicada como uma estratégia prática, para uma área que geralmente é predominantemente teórica.

Outra estudante apresenta que o seu grupo de trabalho, elaborou uma proposta experimental diferente do que efetivamente realizaram no laboratório:

> Porque no primeiro momento, a gente tinha pensado na tectônica de placas... é... aí depois a gente foi ler o capítulo do Darwin. A gente tinha... viu o que que ele considerava sobre... [...] E fazia muito sentido realmente, essa questão do tempo geológico ser muito maior que o tempo biológico e que talvez não fosse exatamente viável... [...] A gente tinha depois pensado... tipo... montado um experimento mirabolante assim, de dispersão pela água mesmo, mas considerando várias variáveis, a movimentação da água, diversos outros sais... [...] A gente realmente se debruçou sobre a ideia de formular uma hipótese muito legal e um jeito de testar muito legal e enfim... (fala super empolgada). [...] Eu, por exemplo, usei um artigo sobre modos de dispersão da USP. E aí, a gente também foi... foi ver na...na oceanografia pra falar de corrente. [...] Foi uma coisa assim que a gente usou muito a internet mas bastante sites universitários ou artigos que a gente tava... pensando sobre também. [...] A gente até ia utilizar, na verdade, é... quando a gente pegou e olhou o roteiro, a gente sentiu um pouco como se fosse necessário padronizar. A gente sabia que existia a possibilidade de não fazer justamente como tava ali, mas da forma como foi conduzido no laboratório, nos deu a entender que era pra ser uma coisa meio padronizada. A gente chegou lá e tinha todas as garrafinhas e a receita da... da solução e a gente ficou...[...] Sabe? Ficou uma coisa meio assim, que talvez a gente, tipo a hipótese tenha sido realmente só pra... pra despertar a curiosidade mesmo, mas que o experimento já tivesse meio que montado e a gente fosse usar aquilo. [...] O professor até comentou: "vocês podem usar, adaptar". Mas não sei. A impressão que deu é que

> era pra gente seguir o roteiro. Então, a gente acabou abandonando mais ou menos as ideias pra poder seguir.

Durante o planejamento das atividades no laboratório, eu e o professor formador achamos que um roteiro facilitaria a condução da replicação dos experimentos históricos realizados por Charles Darwin. Porém, gostaríamos de verificar a criatividade e a espontaneidade dos estudantes, ao proporem testes experimentais diferentes. Como foi citado por essa estudante e outras entrevistadas, o roteiro deixou a atividade de certa forma “amarrada” a uma expectativa de avaliação. Como houve um roteiro proposto, os estudantes deduziram que a avaliação das atividades pelos professores formadores fosse mais favorável a testes parecidos com o que foram apresentados pelo episódio histórico.

Quanto às contribuições da replicação de experimentos históricos para as Ciências Biológicas, foi apontado:

> Ah, eu acho que esse espírito investigativo... é...porque, a gente sabe que é necessário. A gente... a gente estuda Ciência, mas como você mesmo disse, a gente não pratica. Nesse... nesse nível de começar do zero, propor uma... um experimento, uma hipótese, enfim. Eu acho que, de alguma maneira isso ajuda a gente a desenvolver esse espírito investigativo assim. Até de... de ouvir alguém dizer: "essa hipótese não é boa" ou "Isso não é justamente um teste para a sua hipótese.". É...eu acho que, não sei. Porque pra mim essa é a maior contribuição assim.

Quanto ao investimento de tempo didático para essas atividades, uma estudante citou que foi trabalhoso e que foram dispendidas algumas aulas e horas de estudo em casa. Em 2018, tiveram mais aulas sobre a temática, em relação às propostas do oferecimento da disciplina em 2017.

4.5 Algumas considerações sobre as replicações de experimentos históricos no ensino superior, em 2017 e 2018

Assim como foi verificado em Silva (2013), nas aulas anteriores à replicação de experimentos históricos nos anos de 2017 e 2018, nas falas dos estudantes era evidente o desconhecimento dos trabalhos experimentais de Darwin (SILVA, 2013, p. 78). Esse fato nos sinaliza que é preciso que as informações sobre os trabalhos experimentais de Charles Darwin cheguem na formação de professores de Ciências e Biologia e no ensino básico. Como foi discutido anteriormente, há uma variedade de materiais sobre o tema, dentre eles documentários acessíveis, dublados e legendados em português. Considerando a História e a Filosofia da Ciência trabalhada na formação de professores, esse aspecto experimental dos trabalhos de Charles Darwin é importante para a compreensão da construção de sua teoria evolutiva, que não foi feita apenas com observações.

Quanto a elaboração das hipóteses, em 2017 houve pouco tempo para se pensar em sala de aula e o ambiente virtual de aprendizagem (AVA) não facilitou muito o processo, devido ao fato de algumas discussões virtuais terem ficado perdidas. Geralmente, ao postar mensagens no moodle, essas são encaminhadas aos e-mails. Mas como não houve um "alerta" do recebimento dessas mensagens e a diferença de tempo de acesso, que promoveu um desencontro nas informações (não consegui visualizar as respostas deles e eles não conseguiram ver as minhas devolutivas a tempo da aula no laboratório). A discussão presencial realizada em 2018 foi mais proveitosa nesse sentido, pois em sala de aula o professor e a pesquisadora estavam disponíveis para tirar as dúvidas.

Sobre a elaboração de hipóteses no ano de 2017, percebemos que cada grupo entendeu a proposta de um jeito diferente, pois teve até a proposição de uma representação simbólica (maquete) no lugar de experimentos. Em 2018, durante a discussão das hipóteses surgiram ideias semelhantes de simularem uma situação ao invés da proposição de testes. Mas o professor problematizou sobre isso em sala de aula e foram apresentadas propostas experimentais.

Durante a aula prática em 2017, ao fazer a discussão com cada grupo sobre as hipóteses, antes de liberar a execução dos experimentos gerou uma certa impaciência, pois os primeiros grupos ficaram um tempo sem ter atividades para realizar. Os experimentos não foram liberados logo após a conversa com o grupo porque houve uma contextualização coletiva sobre o episódio histórico e a explicação de como Darwin conduziu os seus experimentos. Após a aula, tomei consciência de que essa dinâmica precisava ser melhorada.

Em 2017, surgiu um debate entre os estudantes sobre evolução e criacionismo durante a aula, que não foi desenvolvido por falta de tempo didático. Ter um outro momento para a continuação da discussão seria produtivo no sentido de fomentar a pesquisa, construção de argumentos e levantamento de contrapontos, por questões emergentes da aula. Infelizmente não conseguimos dar continuidade a isso, mas caso aconteça essa situação em outras oportunidades, sugerimos dar algum tipo de prosseguimento.

Em 2018, além de ter mais aulas de discussão, acrescentamos um roteiro para guiar a leitura das fontes primárias (capítulo e artigo) e também adicionamos ao roteiro que tratava do texto do Mayr algumas questões sobre o texto de divulgação científica do Dráuzio Varella.

Na experimentação com fins didáticos, ao contrário da científica, o erro não constitui u problema para o experimento em si, senão para o controle e o funcionamento da aula. De igual modo, a experimentação didática não é em si inventiva, pelo menos do ponto de vista científico, mas, sim demonstrativa de determinadas pesquisas já realizadas cujos sujeitos inventores e tempo de invenção não são conhecidos. A inventividade didática é, portanto, distinta de uma inventividade produzida naquele outro contexto, a qual garante autenticidade científica a um

experimento (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p. 105). A possibilidade de discussões acerca do fazer científico nestas propostas práticas e as reflexões geradas pelo processo, são importantes contribuições para aspectos da Natureza da Ciência na formação de professores. Experiências significativas com a replicação de experimentos históricos podem favorecer a adoção dessa estratégia pelos futuros professores, em suas salas de aulas e campos de atuação com a educação.

Capítulo 5 Considerações finais

Podemos observar concepções diferentes de História da Ciência, que foram apresentadas pelas professoras da educação básica, do professor formador e da pesquisadora. No caso desses dois últimos, pudemos acompanhar algumas mudanças durante o período compreendido entre 2016 e 2018, devido ao registro das aulas e entrevistas.

Os conteúdos históricos e filosóficos da ciência tratados podem ser mais importantes do que uma disciplina com nome específico, na formação de professores. Na formação inicial das professoras da educação básica, não foi encontrada a nenhuma disciplina específica de História da Ciência, mas a de Filosofia da Ciência que constava no primeiro semestre do curso de uma professora não teve um conteúdo que "afetou" a sua formação. No caso do professor formador, a experiência na formação inicial foi ao contrário.

A replicação de experimentos históricos nesta pesquisa, além de ressaltar o lado experimental do Darwin, que muitas vezes é desconhecido, também relaciona os aspectos teóricos e práticos do conhecimento científico. Além de promover aspectos práticos na formação inicial dos licenciandos em Ciências Biológicas, funcionou como um momento de formação continuada para o professor formador e a pesquisadora. A formação continuada no próprio ambiente de trabalho é um fator importante para o professor, tanto em questão de acesso quanto à verificação da teoria em sua prática escolar.

Através das entrevistas e consulta à literatura da área, foi possível o desenvolvimento de uma epistemologia reflexiva, em que os professores foram atuantes e pesquisadores de suas práticas.

A contribuição desta pesquisa foi a de relacionar alguns aspectos reflexivos na formação de professores com a História da Ciência no ensino, através da teoria e da replicação de experimentos históricos, por meio de dados empíricos e da experiência docente. Este trabalho analisou as perspectivas sobre História e Filosofia da Ciência na trajetória acadêmica e profissional de formadores de professores de Biologia e Ciências e dados empíricos de atividades educativas sobre a História da Ciência na formação inicial de professores de Biologia sob a ótica de uma formação reflexiva, através de discussões, produções textuais, entrevistas e replicação de experimentos históricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLCHIN, Douglas. **Teaching the Nature of Science: Perspectives e resources.** Saint Paul: SHiPS Education Press, 2013.

ALLCHIN, Douglas. Appreciating classic experiments. In: SHOFIELD, *Carolyn* (ed.*). 2004-2005* **Professional Development for AP Biology.** New York: College Entrance Examination Board, 2004.

ALLCHIN, Douglas; ANTHONY, Elizabeth; BRISTOL, Jack; DEAN, Alan; HALL, David; LIEB, Carl. History of Science – with labs. **Science & Education,** 8, 619-632, 1999.

ALMEIDA, Leonardo Ferreira de. **A abordagem histórica e filosófica da ciência no curso de licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Sergipe.** 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática). Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014

ALMEIDA, Maria Isabel de Almeida. **Formação do professor do Ensino Superior: desafios e políticas institucionais.** São Paulo: Cortez, 2012.

ALMEIDA, Maria Isabel de Almeida. Formação contínua de professores: múltiplas possibilidades e inúmeros parceiros. IN: GUEDIN, Evandro (org.) **Perspectivas em formação de professores.** Manaus: Editora Valer, 2007.

ALVIM, Márcia Helena; ZANOTELLO, Marcelo. História das ciências e educação científica em uma perspectiva discursiva: contribuições para a formação cidadã e reflexiva. **Revista Brasileira de História da Ciência,** Rio de Janeiro, v.7, n.2, p. 349-359 jul/dez 2014

ARAÚJO, Aldo Mellender de. Síntese evolutiva, constrição ou redução de teorias: há espaço para outros enfoques? **Filosofia e História da Biologia,** v. 1, p. 5-19, 2006.

AUGUSTO, Thaís Gimenez da Silva; BASÍLIO, Letícia Vieira. Ensino de Biologia e história e filosofia da ciência: uma análise qualitativa das pesquisas acadêmicas produzidas no Brasil (1983-2013). **Ciênc. educ. (Bauru) [online].** 2018, vol.24, n.1, pp.71-93.

BALDINATO, José O.; PORTO, Paulo Alves. Variações da História da Ciência no ensino de Ciências. IN: MORTIMER, E. F. (org). **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte: ABRAPEC, 2008, CD-ROM, ISBN 978-85-99372-58-6

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** Lisboa, edições 70, 2011.

BASTOS, Liliana Cabral; SANTOS, William Soares dos (org.). **A entrevista na pesquisa qualitativa.** Rio de Janeiro: Quartet; Faperj, 2013.

BIZZO, Nelio. **Metodologia do ensino de Biologia e estágio supervisionado.** 1 ed. São Paulo: Ática, 2012.

BOGDAN, Robert C.; Sari Knopp BIKLEN. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos.** Trad. Maria João Alvarez; Sara Bahia dos Santos; e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.

BONERA, G. ; BORGHI, L.;DE AMBROSIS, A.; MASCHERETTI, P.; MASSARA, C. I. Reconstruction of historical experiments: a multimedia approach. IN: HILLS, Skip (ed). **Proceedings of the Second International Conference on the History and Philosophy of Science and Science Teaching.** Vol I. The Faculty of Education Queen's, University Kingston, Ontario, 1992. p. 127- 134

BOZZO, Marcel Valentino; DEL-CORSO, Thiago Marinho; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. História da Ciência na formação docente: estudo de caso junto a supervisor e educador do PIBID, subprojeto IBUSP. IN: PIETRI, Emerson de; SANTOS, Vinício de Macedo; UTSUMI, Miriam Cardoso; GALIAN, Cláudia Valentina Assumpção (org**.). A cooperação Universidade-escola para a formação inicial de professores: o PIBID na Universidade de São Paulo (2011-2014)**.A São Paulo: Editora Livraria da Física, 2015.

BRASIL. Constituição, 1988

BRASIL. Decreto nº 7.566, de 23 de setembro de 1909.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.

BRASIL. Lei nº 11.892, de 29 de dezembro de 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. SISNEP. Disponível em: http://portal2.saude.gov.br/sisnep/Menu_Principal.cfm Acesso em 8 de novembro de 2014

BRASIL. Ministério da Saúde. Plataforma Brasil. Disponível em: http://aplicacao.saude.gov.br/plataformabrasil/login.jsf Acesso em 8 de novembro de 2014

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CES nº 1.301/2001. **Diretrizes curriculares para os cursos de Ciências Biológicas.** Francisco César de Sá Barreto (Relator), Carlos Alberto Serpa de Oliveira, Roberto Claudio Frota Bezerra.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CNE/CP nº9/2001. **Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena**. Edla de Araújo Lira Soares, Éfrem de Aguiar Maranhão, Eunice Ribeiro Durham, Guiomar Namo de Mello, Nelio Marco Vincenzo Bizzo e Raquel Figueiredo Alessandri Teixeira.(Relatora), Silke Weber (Presidente).

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CES 7/2002. Estabelece as Diretrizes Curriculares para os cursos de Ciências Biológicas**

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CP 2, de 19 de fevereiro de 2002. **Institui a duração e a carga horária dos cursos de licenciatura de graduação plena, de formação de professores da Educação Básica em nível superior.**

BRASIL. Ministério da Educação. CAPES Disponível em: <http://www.capes.gov.br/> Acesso em 13 de janeiro de 2018

BROWNE, Janet. **A origem das espécies de Darwin: uma biografia.** Tradução de Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2007

_____. **Charles Darwin: viajando.** Tradução de Gerson Yamagami. São Paulo: Aracati / Editora Unesp, 2011a.

_____. **Charles Darwin: o poder do lugar.** Tradução de Otacílio Nunes. São Paulo: Aracati / Editora Unesp, 2011b.

CAVALCANTE, Lucíola Inês Pessoa. Formação continuada, profissionalização docente e a complexidade de ser professor. IN: GUEDIN, Evandro (org.) **Perspectivas em formação de professores.** Manaus: Editora Valer, 2007.

CAVICCHI, Elizabeth Mary. Historical Experiments in Student's Hands: Unfragmenting Science through Action and History. **Science & Education**, 17: 717-749, 2008.

CHANG, Hasok. How historical experiments can improve scientific knowledge and Science Education: the cases of boiling water and electrochemistry. **Science & Education,** 20: 317-341, 2011.

CHIZZOTTI, Antonio. **Pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais.** 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2014.

COSTA, James T. **Darwin's backyard.** New York: W.W. Norton & Company, 2017.

CUNHA, Marcus Vinicius da. **John Dewey: uma filosofia para educadores em sala de aula.** Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

CURY, Carlos Roberto Jamil. **Legislação educacional brasileira.** 2 ed Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

DARWIN, Charles R. **The Power of Movement in Plants.** New York: D. Appleton and Company, 1881.

_____. **The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life.** London: John Murray. 6th ed., with additions and corrections, 1876.

_____. Does sea-water kill seeds? **Gardeners' Chronicle,** n. 21, p. 356-357, 26 May 1855. Disponível em: <http://darwinonline.org.uk/content/frameset?itemID=F1683&viewtype=text&pageseq=1> Acesso em 14 de jan de 2012.

DELIZOICOV, Nadir Castilho; DELIZOICOV, Demétrio. História da ciência e a ação docente: a perspectiva de Ludwik Fleck. IN: PEDUZZI, Luiz O. Q.; MARTINS, André Ferrer P.; Ferreira, Juliana Mesquita Hidalgo. **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino.** Natal: EDUFRN, 2012.

DESMOND, Adrian; MOORE, James. **Darwin: a vida de um evolucionista atormentado.** Tradução: Cynthia Azevedo-6ªedição revista e ampliada. São Paulo: Geração editorial, 2009

DUARTE, Maria da Conceição. A História da Ciência na prática de professores portugueses: implicações para a formação de professores de ciências. **Ciência e Educação,** v. 10, n.3, p. 317-331, 2004.

DURBANO, João Paulo Di Monaco; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. Comparação das ferramentas VNOS-C e VOSE para obtenção de concepções de alunos do IB/USP acerca da Natureza da Ciência. IN: SILVA, Cibelle Celestino; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. (org.) **Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas.** São Carlos: Tipographia Editora Expressa, 2013.

DURBANO, João Paulo Di Monaco. **A Natureza da Ciência no ensino: importância, pesquisa e introdução.** 1 ed. Curitiba: Editora Prismas, 2015.

DUSCHL, Richard A. Using and abusing: relating History of Science to learning and teaching science. Trabalho apresentado no **Annual Meeting of the British Society for the History of Science** (Londres, Inglaterra, de 12 a 13 de julho 2000) .

FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo. Abordando a natureza da ciência na formação de professores de física: desafios e perspectivas. IN: SILVA, Cibelle Celestino; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. (org.) **Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas**. São Carlos: Tipographia Editora Expressa, 2013.

FERREIRA, Luiz Antonio Miguel**. O estatuto da criança e do adolescente e o professor: reflexos na sua formação e atuação.** 2 ed São Paulo: Cortez, 2010

FIGUEIRÔA, Silvia Fernanda de Mendonça. História e Filosofia das Geociências: relevância para o ensino e formação profissional. ***TERRÆ DIDATICA*** v. 5, n.1, p. 63-71, 2009

FORATO, Thaís Cyrino de Mello. **A Natureza da Ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz.** 2009. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. 2 vols.

FUSARI, José Cerchi; FRANCO, Alexandre de Paula. Formação contínua em serviço e projeto pedagógico: uma articulação necessária. IN: GUEDIN, Evandro (org.) **Perspectivas em formação de professores.** Manaus: Editora Valer, 2007.

GATTI, Bernadete A. Implicações e perspectivas da pesquisa educacional no Brasil contemporâneo. **Cadernos de Pesquisa,** n. 113, p. 65-81, julho/ 2001.

GATTI, Bernadete A; BARRETTO, Elba Siqueira de Sá; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo de Afonso. **Políticas docentes no Brasil: um estado da arte**. Brasília: UNESCO, 2011.

GÓMEZ, Angel Pérez. O pensamento prático do professor: a formação do professor como profissional reflexivo. IN: NÓVOA, António (coord.) **Os professores e a sua formação.** Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992.

GOODSON, Ivor F. **Currículo: teoria e história.** 7 ed Tradução: Attílio Brunetta. Petrópolis: Vozes, 1995

GOUVEIA, Aparecida Joly. A pesquisa educacional no Brasil. **Cadernos de Pesquisa** Fundação Carlos Chagas, n. 1, jul 1971

GUEDIN, Evandro. A reflexão sobre a prática cotidiana: caminho para a formação contínua e para o fortalecimento da escola enquanto espaço coletivo. IN: GUEDIN, Evandro (org.) **Perspectivas em formação de professores.** Manaus: Editora Valer, 2007.

GUERRA-RAMOS, María Teresa. Representaciones sobre los procedimentos científicos em el discurso de los docentes de ciências de secundaria. IN: SILVA, Cibelle Celestino; PRESTES,

Maria Elice Brzezinski. (org.) **Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas.** São Carlos: Tipographia Editora Expressa, 2013.

GUIMARÃES, Valter Soares. Saberes profissionais – ponto de partida para a formação continua de professors. IN: GUEDIN, Evandro (org.) **Perspectivas em formação de professores.** Manaus: Editora Valer, 2007.

HENRIQUE, Alexandre Bagdonas; SILVA, Cibelle Celestino. Controvérsias sobre a natureza da ciência na educação científica. IN: SILVA, Cibelle Celestino; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. (org.) **Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas.** São Carlos: Tipographia Editora Expressa, 2013.

HOLTON, Gerald. What historians of science and science educators can do for one another. **Science & Education** (2003) **12**: 603- 616.

HÖTTECKE, Dietmar; SILVA, Cibelle Celestino. Why implementing History and Philosophy in school Science Education is a challenge: an analysis of obstacles. **Science & Education** (2011) **20**: 293- 316.

HÖTTECKE, Dietmar. How and what can we learn from replicating historical experiments? A case study. **Science & Education,** v, 9, p. 342-362.

IDEIAS Perigosas. Série **O Jardim de Darwin**. Apresentado por Jimmy Doherty. BBC. Londres, 2009. 1 DVD (58 min), son., color.

LEACH, John; PAULSEN, Albert C. (ed). **Practical work in Science Education - Recent Research Studies** 1 ed Denmark: Roskilde University Press, 1999.

KRAGH, Helge. **Introdução à historiografia da ciência.** Porto: Porto, 2001.

KRASILCHIK, Myriam. PEC- Programa de educação continuada. Formação universitária: uma nova ecologia do aprendizado. IN: NICOLAU, Marieta Lucia Machado; KRASILCHIK, Myriam (org.) **Uma experiência de formação de professores na USP: PEC – Programa de Educação Continuada.** São Paulo: FEUSP, 2006.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de Biologia**. 4ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008.

KRASILCHIK, Myriam. The scientists: an experiment in science education. **International Journal of Science Education,** v. 12, n.3, p. 282-287.1990

KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Martha. **Ensino de Ciência e cidadania.** 2ª ed. São Paulo: Moderna, 2007.

LANKSHEAR, Colin; KNOBEL, Michele. **Pesquisa pedagógica: do projeto à implementação.** Tradução Magda França Lopes. Porto Alegre: Artmed, 2008.

LEACH, John; PAULSEN, Albert C. **Practical Work in Science Education: recent researchs studies.** Denmark: Roskilde University Press, 1999.

LOPES, Alice Casimiro; MACEDO, Elizabeth. **Teorias de currículo.** São Paulo: Cortez, 2011.

LORENZET, Deloíze. **Expansão e Democratização da Educação Superior Brasileira: a oferta de Licenciaturas nos Institutos Federais no estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, 2017. 288f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

MANZINI, Eduardo José. **Considerações sobre a transcrição de entrevistas.** Disponível em: <http://www.oneesp.ufscar.br/texto_orientacao_transcricao_entrevista> Acesso em: 21/02/2017

MALACARNE, Vilmar. **Os professores de Química, Física e Biologia da região oeste do Paraná: formação e atuação.** 2007. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos.** São Paulo: Cortez, 2009.

MARKO, Gabriela; PATACA, Ermelinda Moutinho Pataca. Concepções de ciência e educação: contribuições da história da ciência para a formação de professores. **Educ. Pesqui.,** São Paulo, v. 45, e186743, 2019.

MARTINS, André Ferrer P. História, filosofia, ensino de ciência se formação de professores: desafios, obstáculos e possibilidades. **Educação: Teoria e Prática**, v 22, n.40, período mai/ago-2012.

MARTINS, André Ferrer P. História e Filosofia da Ciência no ensino de ciências: há muitas pedras nesse caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física,** v. 24, n.1, p.112-131, abr. 2007.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. A História da Ciência e o ensino da Biologia. **Ciência & Ensino,** n. 5, p. 18-21, 1998.

MARTINS, Lílian Al-Chueyr Pereira. **A teoria da progressão dos animais de Lamarck.** Dissertação de mestrado. Curso de Pós-graduação em Genética. Unicamp. Campinas, 1993.

MARTINS, Roberto A. Sobre o papel da História da Ciência no Ensino. **Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência,** v. 9, p. 3-7, 1990.

MARTINS, Roberto A. Introdução: a História das Ciências e seus usos na educação. Pp. xvii-xxx, *in*: SILVA, Cibelle C. (org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino.** São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MARTINS, Roberto de Andrade, SILVA, Cibelle Celestino; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. "History and Philoshophy of Science in Science Education, in Brazil". IN: **International Handbook Of Research in History, Philosophy and Science Teaching.** Volume III. 2014

MASSONI, Neusa T. MOREIRA, Marco A. O cotidiano da sala de aula de uma disciplina de História e Epistemologia da Física para futuros professores de física. **Investigações em Ensino de Ciências 12** (1) 7-54, 2007.

MATTHEWS, Michael R. **Science Teaching. The contribution of History and Philosophy of Science.** Routledge: New York, 2014.

MAYR, Ernst. **Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica**. Tradução Marcelo Leite. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

_____. **Uma ampla discussão: Charles Darwin e a gênese do moderno pensamento evolucionário.** Tradução Antonio Carlos Bandouk. Ribeirão Preto: Funpec, 2006.

MENGA, Lüdke; ANDRÉ, Marli E. D. **A Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** São Paulo: EPU, 1986.

MEYER, Diogo; EL-HANI, Charbel N. **Evolução: o sentido da biologia.** São Paulo: Editora Unesp, 2005.

MILLAR, Robin; MARÉCHAL, Jean-François Le; TIBERGHIEN, Andrée. 'Mapping' the domain. Varieties of practical work. IN: LEACH, John; PAULSEN, Albert C. **Practical Work in Science Education: recente researchs studies.** Denmark: Roskilde University Press, 1999.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.); DESLANDES, Suely Ferreira; GOMES, Romeu. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2016.

MORTIMER, Eduardo F. Uma agenda para a pesquisa em Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências,** v. 2, n. 1, p. 25-35, 2002

NÓVOA, António. Formação de professores e profissão docente. IN: NÓVOA, António (coord.) **Os professores e a sua formação.** Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992.

OKI, Maria da Conceição Marinho; MORADILLO, Edílson Fortuna de. O ensino de História da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da Ciência. **Ciência e Educação,** v. 14, n.1, p.67-88, 2008

PATACA, Ermelinda Moutinho. Coleta, transporte e aclimatação de plantas no império luso-brasileiro (1777-1822). **Museologia & Interdisciplinaridade,** v. 9, n.5, jan/jun de 2016. p. 84-104

PELIZZARI, Adriana; KRIEGL, Maria de Lurdes; BARON, Márcia Pirib; FINCK; Nelcy Teresinha Lubi; DOROCINSKI, Solange Inês. Teoria da aprendizagem segundo Ausubel. **Rev. PEC,** v.2, n.1, p.37-42, jul 2001-jul2002

PERRENOUD, Philippe. (1999) Formar professores em contextos sociais em mudança. Prática reflexiva e participação crítica. **Revista Brasileira de Educação.** Trad. Denice Barbara Catani. Set-Dez 1999, n. 12, pp. 5-21

PERRENOUD, Philippe. **A prática reflexiva no ofício do professor: profissionalização e razão pedagógica.** Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

PIMENTA, Selma Garrido. Professor reflexivo: construindo uma crítica. IN: PIMENTA, Selma Garrido; GHEDIN, Evandro. (org.) **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito.** 5 ed. São Paulo: Cortez, 2008.

PIMENTA, Selma Garrido. Contexto e perspectiva para a formação de professores no cenário da atual política brasileira. IN: GUEDIN, Evandro (org.) **Perspectivas em formação de professores.** Manaus: Editora Valer, 2007.

PIMENTA, Selma Garrido; GHEDIN, Evandro. (org.) **Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito.** 5 ed. São Paulo: Cortez, 2008.

PORTO, Paulo. História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química: em busca dos objetivos educacionais da atualidade IN: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MALDANER, Otavio Aloisio. **Ensino de Química em foco.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

POZO, Juan Ignácio; CRESPO, Miguel Angel G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** 5ªed. São Paulo: Artmed, 2009.

PRESTES, Maria Elice B. **História da Ciência no ensino de ciências: repetição de experimentos históricos em sala de aula**. São Paulo: Acervo- TV Escola, 2009.

PRESTES, Maria Elice B.; CALDEIRA, Ana. Maria. A. (2009). Introdução - A importância da história da ciência na educação científica. In: Martins, Lilian A. P.; Prestes, Maria Elice B. (Ed.). **Filosofia e História da Biologia.** Rio de Janeiro: Booklink4, 1-16.

RIESS, Falk. History of Physics in Science Teacher Training in Oldenburg. **Science & Education.** 9: p. 399-402, 2000.

SACRISTÁN, J. Gimeno. **O currículo: uma reflexão sobre a prática.** Trad. Ernani F. da F. Rosa – 3 ed. Porto Alegre: ArtMed, 2000.

SANDÍN ESTEBAN, Maria Paz. **Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições.** Tradução: Miguel Cabrera. Porto Alegre: AAMGH, 2010

SANTOS, Vânia Maria Nunes dos; JACOBI, Pedro Roberto. Formação de professores e cidadania: projetos escolares no estudo do ambiente. **Educação e Pesquisa,** São Paulo, v. 37, n. 2, p. 263-278, mai/ago 2011.

SANTOS, Simone Barreto; ODETTI, Héctor Santiago; OCAMPO, Ester Mercedes. A disciplina de História da Ciência e da técnica: contribuições para o ensino e a formação de professores de Química. **Educ. quím**, v. 25, n. 1, p. 71-81, 2014.

SANTOS, Silvana. **Evolução biológica: ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de aula.** São Paulo: Annablume / Fapesp, 2002.

SÃO CAETANO DO SUL (Cidade). Secretaria da Educação. **Orientações curriculares para o Ensino Fundamental.** Centro de capacitação dos profissionais da Educação Dra. Zilda Arns. Coordenação Geral: Paulo Sérgio Garcia. São Caetano do Sul: Editora CECAPE, 2013.

SÃO CAETANO DO SUL. Secretaria da Educação. Disponível em: < http://www.saocaetanodosul.sp.gov.br/secretarias/educacao.html> Acesso em 30 de junho de 2016.

SÃO CAETANO DO SUL. Secretaria da Educação. Disponível em: < http://www.saocaetanodosul.sp.gov.br/secretarias/educacao/escolas-municipais.html > Acesso em 30 de junho de 2016.

SÃO CAETANO DO SUL. Secretaria da Educação. Disponível em: < http://www.saocaetanodosul.sp.gov.br/secretarias/educacao/escolas-estaduais.html > Acesso em 30 de junho de 2016.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Biologia.** Coordenadora Maria Inês Fini. São Paulo: 2008.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria da Educação. **Caderno do aluno: Biologia.** 3ªsérie do Ensino Médio, volume 3. Coordenadora Ghisleine Trigo Silveira. São Paulo: 2009.

SCHEIBE, Leda. Formação de professores e pedagogos na perspectiva da LDB. IN: BARBOSA, Raquel Lazzari Leite (org.). **Formação de educadores: desafios e perspectivas.** São Paulo: Editora UNESP, 2003.

SCHMIEDECKE, Winston Gomes. **A história da ciência nacional na formação e na prática de professores de Física.** 2016. Tese (Doutorado em ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016

SCHÖN, Donald A. Formar professores como profissionais reflexivos. IN: NÓVOA, António (coord.) **Os professores e a sua formação.** Lisboa: Publicações Dom Quixote, 1992.

SCHWARTZMAN, Simon. **Formação da comunidade científica no Brasil.** São Paulo: Ed. Nacional; Rio de Janeiro: Financiadora de estudos e projetos (FINEP), 1979

SHIGUNOV NETO, Alexandre; FORTUNATO, Ivan (org.). **20 anos sem Donald Schön: o que aconteceu com o professor reflexivo?** São Paulo: Edições Hipótese, 2017.

SILVA, Cibelle C. (org). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino.** São Paulo: Livraria da Física, 2006.

SILVA, Paulo R. C. da; CORREIA, Paulo R. M.; INFANTE-MALACHIAS, María Elena. Charles Darwin goes to school: the role of cartoons and narrative in setting science in an historical context. **Journal of Biological Education,** v. 43, n. 4, p. 175-180, 2009.

SILVA, Tatiana Tavares da. **Darwin na sala de aula: replicação de experimentos históricos para auxiliar a compreensão da teoria evolutiva.** 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SILVA, Tatiana Tavares. O uso de experimentos históricos em sala de aula. IN:DURBANO, João Paulo Di Monaco. **A Natureza da Ciência no ensino: importância, pesquisa e introdução.** 1 ed. Curitiba: Editora Prismas, 2015, p. 129-141.

SILVA, Tatiana Tavares da; PATACA, Ermelinda Moutinho. História e Filosofia da Ciência no ensino: perspectivas de formadores de professores de biologia. IN: **4ª Conferência Latino-americana do IHPST (International History, Philosophy, and Science Teaching Group),** 2018, Santo André. Programa e Caderno de resumos da 4ª Conferência Latino-americana do IHPST, 2018, p. 121

SILVA, Tatiana Tavares da; BERÇOT, Filipe Faria. A distribuição geográfica de plantas e a teoria evolutiva de Charles Darwin. **Boletim de História e Filosofia da Biologia 10** (2): 6-8, jun 2016. Versão online disponível em http://www.abfhib.org/Boletim/Boletim-HFB-10-n2-Jun-2016.pdf. Acesso em 15/11/2016.

SILVA, Tatiana Tavares; PRESTES, Maria Elice de Brzezinski Prestes; BIZZO, Nelio. History of Biology as a curricular component in teacher education in Brazil. IN: ***Meeting of International Society for the History, Philosophy and Social Studies of Biology,*** 2015, Montréal. Book of abstracts- ISHPSSB, 2015, p. 307

SOARES, Magda. "As pesquisas nas áreas específicas influenciando o curso de formação de professores. IN: ANDRÉ, Marli (org.) **O papel da pesquisa na formação e na prática de professores.** Campinas: Papirus, 2001.

SULLOWAY, Frank J. Darwin and his finches: the evolution of a legend. **Journal of the History of Biology,** v. 15, n. 1, p. 1-53, 1982.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. **Ensino de Biologia e cidadania: o técnico e o político na formação docente,** 2000, 316p Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2000.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini. **Pesquisa em ensino de biologia no Brasil (1972-2004): um estudo baseado em dissertações e teses.** 2008, Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini (org.). **35 anos da produção acadêmica em ensino de biologia no Brasil: catálogo analítico de dissertações e teses (1972-2006).** Vitória da Conquista: UESB, 2012.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação.** 18ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TRINDADE, Diamantino Fernandes. **O Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – SP e o ensino de História da Ciência.** Publicado em: 5 de junho de 2009. Disponível em: <http://diamantinociencia.blogspot.com.br/2009/06/o-ifsp-e-o-ensino-da-historia-da.html> Acesso em 28 de março de 2018

VARELLA, Drauzio. As cinco teorias de Darwin. **Folha de S. Paulo,** São Paulo, 6 ago. 2005. Ilustrada

WANG, Hsingch A.; COX-PETERSEN, Anne M. A Comparison of Elementary, Secondary and Student Teachers' Perceptions and Practices Related to History of Science Instruction. **Science & Education** 11: 69–81, 2002

WANG, Hsingch A.; MARSH, David D. Science instruction with a humanistic twist: teachers' perception and practice in using the History of Science in their classrooms. **Science & Education,** 11: p.169-189, 2002

WANG, Hsingch; MARSH, David D. Science Teachers's Perceptions and Practices in Teaching the History of Science. 31p. **Trabalho apresentado no Annual Meeting of the American Educational Research Association** (San Diego, CA, de 13 a 17 de abril de 1998).

WORTMANN, Maria Lúcia Castagna. **Programações curriculares em cursos de Ciências Biológicas: um estudo sobre as tendências epistemológicas dominantes.** 1994. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1994. 2 vols

ZEICHNER, Kenneth M. **A formação reflexiva de professores: ideias e práticas.** Lisboa: Educa, 1993.

APÊNDICE

APÊNDICE A- Roteiro de entrevista semi-estruturada para professores do ensino fundamental II e ensino médio (Ciências e Biologia)

Parte I. Identificação e sobre a docência

1. Nome:
2. Idade:
3. Naturalidade:
4. Nome (s) da (s) escola (s) em que trabalha:
5. Escola (s) de ensino fundamental e/ou ensino médio?
6. Qual o regime de trabalho? (efetivo, eventual etc)
7. Carga horária de trabalho semanal:
8. Qual (is) disciplina(s) leciona nesta escola? Há quanto leciona essas disciplinas?
9. Ser professor foi a sua primeira opção profissional? Se sente realizado em dar aulas?

Parte II. Percepções sobre a formação inicial

10. Qual a instituição de ensino em que se deu a formação inicial? Por que optou estudar nessa instituição?
11. Nome do curso de graduação:
12. Fez pós-graduação? Qual?
13. Ano de obtenção do título de graduação e de pós:
14. Fez licenciatura plena ou curta?
15. Qual o curso de ingresso? (Por exemplo: ingresso exclusivo na licenciatura, ingresso opcional na licenciatura dependente do bacharelado, ingresso opcional na licenciatura independente do bacharelado)
16. Período de realização do curso (integral ou noturno; semestral ou por módulos; à distância)
17. Teve bolsa de estudos?
18. Trabalhou em algum período da duração do curso? Em quê, quanto tempo?
19. A instituição de ensino tinha laboratórios? Se sim, foram realizadas aulas nos laboratórios?
20. A instituição de ensino tinha biblioteca? Disponibilizava estrutura para os estudos (sala de estudos, sala de informática)?
21. Você fez iniciação científica durante a sua graduação?
22. Participou de outras atividades complementares ao curso? (monitoria, apresentação de trabalhos em congressos e encontros científicos, cursos e atividades de extensão etc.)
23. Você participou de trabalhos de campo em alguma disciplina da graduação?
24. Você participou de visitas externas a unidades de conservação, institutos científicos, museus?
25. Como foi o seu estágio obrigatório da licenciatura (observação ou regência)?

26. Nas disciplinas cursadas, foram tratados tópicos de adequação do ensino a demandas especiais, como por exemplo, educação de jovens e adultos (EJA), educação especial, educação indígena, educação do campo etc?
27. Houve alguma disciplina que discutisse aspectos éticos do exercício profissional?
28. De modo geral, como você avalia sua formação inicial para a atuação como professor? Se sentiu preparado (a) para trabalhar em sala de aula?

Parte III. Percepções sobre a História da Ciência

29. Você já ouviu falar da área de conhecimento chamada História da Ciência?
30. No seu curso, houve alguma disciplina que trabalhou aspectos históricos da ciência? Qual ou quais? De que forma?
31. Na sua opinião, o que essa(s) disciplina(s) acrescentou(aram) na sua formação como professor?
32. Qual a sua opinião sobre aplicar os conhecimentos históricos da ciência na sala de aula da educação básica? Se favorável, de que modo e com que finalidades isso seria feito?

APÊNDICE B - Roteiro de entrevista semi-estruturada para professores do ensino superior

Parte I. Identificação

1. Nome:
2. Idade:
3. Naturalidade:

Parte II. Informações sobre a formação inicial

4. Qual a instituição de ensino em que se deu a formação inicial? Por que optou estudar nessa instituição?
5. Nome do curso:
6. Ano de obtenção do título:
7. Fez licenciatura plena ou curta? Bacharelado?
8. Qual o modelo de ingresso do seu curso de graduação? (Por exemplo: ingresso exclusivo na licenciatura, ingresso opcional na licenciatura dependente do bacharelado, ingresso opcional na licenciatura independente do bacharelado)
9. Período de realização do curso (integral ou noturno; semestral ou por módulos; à distância)
10. Durante a sua formação (inicial e pós-graduação),você cursou disciplinas de história da ciência?Quais? De que forma?

Parte III. Sobre a docência em História da Ciência

11. Nome da instituição de ensino superior em que trabalha:
12. Qual o regime de trabalho? (Regime de Dedicação Plena e Integral ou Regime Parcial)
13. Qual (is) disciplina(s) leciona? Há quanto tempo leciona essas disciplinas?
14. A(s) disciplina(s) que envolve(m) História da Ciência é (são) oferecida(s) em qual período do curso? Como optativa(s) ou obrigatória(s)? Da licenciatura e/ou bacharelado? Qual a carga horária?
15. Como é(são) a(s) disciplina(s), em relação ao programa e estratégias de ensino e de avaliação?
16. Qual o papel que você atribui a essa disciplina na formação inicial dos licenciandos?
17. Qual a sua opinião sobre a utilização da história da ciência na educação científica da escola básica? Se favorável, qual seria a finalidade e como isso poderia ser feito?

APÊNDICE C - Roteiro de entrevista para a devolutiva

Formação docente

1) No primeiro momento da entrevista (Identificação, formação inicial e docência em HFC), lembro que na sua formação inicial, você teve uma disciplina de História da Ciência, na FFLCH, que não tinha como objetivo discutir a HC no ensino e nem na formação do professor. E no fim da graduação, você teve uma disciplina didática para o ensino de Química, que abordou a História da Ciência e tinha uma preocupação em contextualizá-la para o ensino (como por exemplo, análise sobre livro didático, discussões sobre se os experimentos propostos são realizáveis ou da concepção de experimento como confirmação de teoria). E essa última disciplina que despertou o seu interesse para o mestrado em História da Ciência.

Analisando esses dados, algumas concepções minhas sobre o assunto modificaram-se bastante. Por exemplo, no início do doutorado, eu achava que a "solução" para se ter mais História da Ciência no ensino era a criação de disciplinas da área de HFC. Mas no seu caso, os conteúdos foram mais importantes do que as disciplinas e em termos de docência em HFC a formação inicial afetou bem pouco.

Hoje, como você avalia, a formação que você recebeu na licenciatura e a que está oferecendo?

2) Durante a pós-graduação (mestrado e doutorado) em História da Química, você teve mais discussões sobre vieses historiográficos, Natureza da Ciência, perspectivas epistemológicas e filosóficas do conhecimento científico, contribuições para o ensino, ou seja, os efeitos foram maiores na sua formação de professor, principalmente para o ensino superior.

Quais foram as dificuldades e facilidades para aplicar a HFC em sala de aula, após uma formação mais aprofundada?

História da Ciência no ensino

3) Durante a entrevista, achei interessante você falar que os "malefícios e benefícios" da HC no ensino é uma discussão superada. Você poderia falar mais sobre isso?

4) Do que eu pude compreender da entrevista, você cita como benefícios a História e Filosofia da Ciência no ensino:

a) O conhecimento de eventos históricos ajuda a repensar o discurso;

b) Pensamento crítico;

c) Oferecer uma perspectiva diferente de se "enxergar" a ciência;

d) Aumenta a cultura geral do professor, possibilitando um repertório maior de conhecimentos;

e) Ajuda a compreender e aprender melhor a Ciência.

5) Em uma parte da entrevista você tinha falado que não concordava que a HC, experimentos e novas tecnologias pudessem aumentar o grau de interesse do aluno. Que seriam estratégias para ensinar ciências melhor. Foi isso mesmo o que quis dizer?

6) Discutimos também a divulgação dos conhecimentos de HFC para acadêmicos e professores. Para o meio acadêmico, a necessidade de publicar os trabalhos em inglês, para que seja mais acessado por especialistas do mundo inteiro.

E para os professores e o público em geral, estudos de caso em português, traduções de fontes primárias, de modo que sejam de alguma forma didatizadas e sejam fontes confiáveis e

acessíveis, que possam trazer reflexões. Você mencionou também a replicação de experimentos históricos e que uma outra linha de contribuição seria a produção de sequências didáticas com inspiração histórica.
A primeira parte da proposta, teria implicações mais para ampliar a cultura geral do professor e a segunda para a prática. Na entrevista, você fala que se identifica mais com a primeira proposta, de ampliar a cultura do professor, mas que participando de congressos e conhecendo outros trabalhos também acha necessária essa experiência prática, em que o docente possa manipular o material, fazer testes, levar pra sala de aula, coletar e discutir os dados com os alunos. Como foi esse processo de enxergar novas possibilidades?
7) Sobre a replicação de experimentos históricos, você cita que isso possibilita revisar os conteúdos que serão apresentados no nível conceitual e no nível das habilidades. Que independente dele ser histórico ou não, ajuda mais nas habilidades de manipulação. Mas na habilidade de julgar criticamente as informações e discuti-las, a História da Ciência teria uma contribuição maior e ajudaria no mínimo a ampliar o interesse de estudo pelo período histórico proposto.

Atuação profissional

8) O que de HFC da sua formação refletem na prática educativa no ensino médio e mestrado?

9) Em relação a quantidade de professores no IFSP que trabalham com HFC (três) é pouco para a orientação de IC de estudantes interessados pela temática. Há também, na licenciatura em Ciências Biológicas, o desafio de se trabalhar com a carga horária reduzida. Quais são as suas perspectivas em relação a isso?

10) Anteriormente, a disciplina era oferecida para as licenciaturas de Química e Biologia em um curso só. Como você avalia a separação das disciplinas por cursos e a diferença de carga horária entre elas?

APÊNDICE D – Roteiro para entrevista de licenciandos em Ciências Biológicas sobre a replicação de experimentos históricos

Para discutirmos e avaliarmos a replicação de experimentos históricos como estratégia didática na disciplina de História e Filosofia da Ciência, gostaríamos de ter mais informações de como foi o processo da atividade.

1) **Situação-problema**

   a) Como você avalia o tema proposto para a investigação de um episódio histórico das Ciências Naturais?

2) **Hipóteses e propostas experimentais**

   a) Como foi o processo de elaborar hipóteses para a situação – problema?

3) **Pesquisa sobre o tema**

   a) Como foi a mobilização do grupo para as pesquisas sobre o tema?

4) **Atividades no laboratório**

   a) Como foram as condições para o acompanhamento dos experimentos?

5) **Das experiências do grupo em relação à replicação de experimentos históricos:**
   a) Quais as contribuições da atividade para a compreensão das Ciências Biológicas?
   b) Avalie o processo da produção de conhecimento sobre esse tema (situação-problema, hipóteses, proposta experimental, experimentos, resultados e conclusões)

6) **Da replicação de experimentos históricos como estratégia didática:**

   a) Como você avalia a replicação de experimentos históricos como estratégia didática a ser aplicada no ensino.
   b) Sobre a dinâmica das aulas, quais fatores poderiam favorecer ou inibir a sua participação?

APÊNDICE E – Termo de consentimento livre e esclarecido para professores

Faculdade de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) professor (a),

Agradecemos muito a sua colaboração para a nossa pesquisa!

Os dados coletados, através de entrevistas, serão importantes para a realização de um estudo de caso, que pretende conhecer as percepções dos professores sobre a sua formação inicial e a História da Ciência.

Eu, _____, portador do documento _____ (RG ou CPF), nascido (a) em ___/___/_____, na cidade de _____, concordo em participar voluntariamente do trabalho **História da Ciência na formação inicial: percepções de professores de Ciências e Biologia,** realizado para a obtenção de dados para uma tese de doutorado, a ser apresentada no Programa de Pós-Graduação em Educação, da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, sob a responsabilidade da pesquisadora Tatiana Tavares da Silva e orientada pelo Prof. Dr. Nelio Marco Vincenzo Bizzo. Este trabalho pretende compreender as possibilidades formativas de professores de Ciências e a percepção destes sobre a sua formação inicial.

Ao participar deste estudo, estou ciente que:

- Caso não me sinta à vontade, posso interromper a minha participação, a qualquer momento, sem que isso implique em qualquer prejuízo;
- A minha identificação será mantida sob sigilo;
- As informações que fornecerei poderão ser utilizadas em trabalhos acadêmicos, quando pertinentes;
- Os dados coletados para a pesquisa serão utilizados e armazenados por tempo suficiente para objetivos exclusivamente acadêmicos e seguem diretrizes éticas da pesquisa científica.
- A minha participação nesta pesquisa é inteiramente voluntária;

Considerando as observações acima, caso tenha dúvidas, posso contatar a pesquisadora Tatiana Tavares da Silva, no e-mail: tati.ts@usp.br ou nos telefones: (11) XXXXXXXXX / (11) XXXXXXXX.

_____,_____de_____de 2016.

_____ _____

Assinatura do (a) voluntário(a) Assinatura da Pesquisadora

APÊNDICE F – Termo de consentimento livre e esclarecido para estudantes

Faculdade de Educação
Programa de Pós-Graduação em Educação

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, portador (a) do documento _____ (RG ou CPF), concordo em participar voluntariamente do trabalho **História e Filosofia da Ciência no ensino: perspectivas de formadores de professores de Biologia e a replicação de experimentos históricos como estratégia didática.** Realizado para a obtenção de dados para uma tese de doutorado, a ser apresentada no Programa de Pós-Graduação em Educação, da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo está sob a responsabilidade da pesquisadora Tatiana Tavares da Silva e é orientada pela Profa. Dra. Ermelinda Moutinho Pataca.

Ao participar deste estudo, estou ciente que:

- Caso não me sinta à vontade, posso interromper a minha participação, a qualquer momento, sem que isso implique em qualquer prejuízo;
- A minha identificação será mantida sob sigilo, caso seja essa a minha opção;
- As informações que fornecerei poderão ser utilizadas em trabalhos acadêmicos, quando pertinentes;
- Os dados coletados para a pesquisa serão utilizados e armazenados por tempo suficiente para objetivos exclusivamente acadêmicos e seguem diretrizes éticas da pesquisa científica.
- A minha participação nesta pesquisa é inteiramente voluntária;

Considerando as observações acima, caso tenha dúvidas, posso contatar a pesquisadora Tatiana Tavares da Silva, no e-mail: tati.ts@usp.br ou no telefone: (11) xxxxxxxxx

_____,_____de_____de 2018.

_____ _____

Assinatura do (a) voluntário (a) Assinatura da Pesquisadora

APÊNDICE G - Roteiro para a realização dos experimentos históricos - 2017

Disciplina: História e Filosofia da Ciência

Prof. José Otávio Baldinato

EXPERIMENTOS DE DARWIN

Atividade com a profa. Tatiana Tavares

Experimento 1 – Flutuabilidade de estruturas vegetais (12 de maio de 2017)

A flutuabilidade de algumas estruturas vegetais por longos períodos pode ser uma evidência da dispersão de sementes.

Material:

- Galhos de árvores.
- Sementes de vários tamanhos (diferentes das utilizadas nos outros dois experimentos).
- Frutos de vários tamanhos.
- Baldes ou aquários.
- Água.
- Sal (35g para cada litro de água).
- 1 balança digital.
- Recipiente para a separação da quantidade de sal.
- Recipiente para preparar a água salgada
- 1 colher para mexer a água salgada.

Procedimentos:

Para a preparação da água salgada, medir na balança digital 35g de sal para cada litro de água a ser utilizado.

Colocar a água salgada em uma balde. Colocar as estruturas vegetais nos baldes e registrar o tempo em que cada estrutura flutuou e/ou afundou.

Sugestão de tabela para anotar os resultados:

Nome do grupo	**Estruturas que flutuaram – em quanto tempo**	**Estruturas que não flutuaram – em quanto tempo**

Discutir os resultados e suas implicações sobre a possibilidade das plantas percorrerem longas distâncias nos oceanos.

Observação: algumas estruturas podem flutuar mais de 50 minutos. O experimento deve ficar em local protegido, em que os estudantes possam fazer observações e as anotações.

Experimento 2 – Resistência à água salgada (12 de maio de 2017)

Neste experimento, será simulada a imersão das sementes na água do mar.

1ª parte:

Material:

- Sementes de diferentes espécies de plantas.
- Garrafas pet vazias (a mesma quantidade do número de espécies de sementes que foram selecionadas).
- Água.
- Sal (35 g para cada litro de água)
- 1 balança digital.
- Recipiente para a separação da quantidade de sal.
- Recipiente para preparar a água salgada
- 1 colher para mexer a água salgada.
- Funil.
- Etiquetas ou canetas para escrever em plástico (canetas para retroprojetor, encontradas em papelarias).

Procedimentos:

Para a preparação da água salgada, medir na balança digital 35g de sal para cada litro de água a ser utilizado. Após a mistura da água com o sal, com a ajuda de um funil, colocar a água salgada em garrafas pet. Depois, deve-se colocar um tipo de semente em cada garrafa. Deve-se anotar na garrafa o nome do grupo, o tipo da semente e a data em que foi realizado o experimento. Deixar a garrafa no laboratório por 28 dias.

2ª parte (Dia 9 de junho de 2017)

Experimento 3 – germinação de sementes:

- Garrafas pet com sementes imersas em água salgada há 28 dias.
- Algodão.
- Pinças para a retirada das sementes.
- Potes plásticos ou embalagens vazias de iogurte.
- Terra preta adubada (saco de 4kg encontrado em lojas de jardinagem).
- Húmus (saco de 2 kg).
- Etiquetas ou canetas para escrever em plástico (canetas para retroprojetor, encontradas em papelarias).
- Regador (para semanalmente hidratar as sementes plantadas).

Procedimentos:

Com a ajuda de um algodão e de pinça retirar as sementes da água salgada. Em potes plásticos, colocar terra preta adubada e húmus. Escrever no pote ou em etiquetas, o nome do grupo, o tipo de semente e a data em que as sementes foram plantadas. A observação da germinação deve ser feita até o dia 7 de julho de 2017.

Sugestão para anotações dos resultados de germinação.

Controle de germinação de diferentes tipos de sementes anteriormente imersas em água salgada:

Pote nº	Semente de	Germinação em número de dias
01	...	...
...	...	...

APÊNDICE H – Tradução de fonte primária

SILVA, Tatiana Tavares da; BERÇOT, Filipe Faria. A distribuição geográfica de plantas e a teoria evolutiva de Charles Darwin. *Boletim de História e Filosofia da Biologia* **10** (2): 6-8, jun 2016. Versão online disponível em http://www.abfhib.org/Boletim/Boletim-HFB-10-n2-Jun-2016,pdf. Acesso em 15/11/2016.

TRADUÇÃO DE TEXTOS PRIMÁRIOS DE HISTÓRIA DA BIOLOGIA: "A DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE PLANTAS E A TEORIA EVOLUTIVA DE CHARLES DARWIN"

Tatiana Tavares da Silva
Programa de Pós-Graduação em Educação, FE-USP
tati.ts@usp.br
Filipe Faria Berçot
Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas (Biologia Genética),IBUSP
bercot@ib.usp.br

No capítulo XII do livro *The origin of species by means of natural selection or the preservation of favoured races in the struggle for life*, Charles Robert Darwin (1809-1882) apresentou resultados de experimentos realizados com diversos tipos de vegetais, com o objetivo de investigar a distribuição geográfica de plantas. Conforme salientou no livro, diversos naturalistas se interessavam em investigar "se as espécies foram criadas em um ou mais pontos da superfície da terra" (Darwin, 1876, p.320). Ao se corresponder com naturalistas de várias partes do mundo, ele discutiu o fato de uma mesma espécie vegetal ser encontrada em ambientes diversos. Darwin acreditava ser mais provável que as espécies tenham sido produzidas numa única região, sendo suas sementes posteriormente dispersadas para outros locais. A obtenção de evidências desse fato contribuiria para a plausibilidade de sua teoria evolutiva.

Após considerar a flutuabilidade e a possibilidade de as sementes serem dispersas em grandes distâncias por meio de correntes marítimas, Darwin investigou a resistência de sementes de diferentes espécies de plantas à água salgada. No artigo aqui traduzido, Darwin mostrou alguns dos resultados dos experimentos realizados.

Devido à sua simplicidade, esses estudos de Darwin podem constituir material para subsidiar a replicação de experimentos históricos em sala de aula (Silva, 2013).

Referências bibliográficas

DARWIN, Charles Robert. *The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life*. London: John Murray. 6th ed., with additions and corrections, 1876.

SILVA, Tatiana Tavares da. Darwin na sala de aula: replicação de experimentos históricos para auxiliar a compreensão da teoria evolutiva. 2013. 172f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

TRADUÇÃO: DARWIN, Charles Robert. Does sea-water kill seeds? *Gardener's Chronicle and Agricultural Gazette*, **21**: 356-357, 1855.

A água do mar mata sementes?

Como tenho sido honrado pelo reconhecimento de meu desejo em assegurar experimentalmente o poder de resistência das sementes à ação nociva da água do mar, talvez vocês apreciem conhecer este relato. Como esses experimentos podem, naturalmente, parecer infantis a muitos, eu me permito considerar que eles possuem importância direta com um problema muito interessante que tem atraído muita atenção ultimamente, em especial na América, a saber, se o mesmo ser orgânico foi criado em um ponto ou em diversos pontos sobre a superfície de nosso globo. Como geólogo, eu tenho um interesse especial sobre a possibilidade de plantas serem transportadas pelo mar para ilhas distantes, devido à grande influência, bastante óbvia, que as noções do saudoso falecido Edward Forbes exerceram sobre os escritos subsequentes de botânicos e zoólogos. Forbes, como é bem sabido, audaciosamente supôs que a costa Norte da Espanha tinha sido anteriormente ligada de maneira contínua à Irlanda, e ele estendeu o continente da Europa para além dos Açores[1]. Imaginar essas enormes mudanças geológicas no período de existência do seres vivos atuais, com base em nenhum outro fundamento que não a sua distribuição, me parece, no presente estado de nossa ignorância sobre os meios de transporte, um passo quase retrógrado na ciência – ele corta o nó, em vez de desatá-lo. Eu creio que objeções fortes podem ser levantadas contra as hipóteses de Forbes, como aplicadas ao caso acima e em muitos outros, mas este não é o lugar apropriado para discutir tal questão. Como, ao começar [os experimentos], eu não tinha a menor noção se as sementes poderiam ou não ser todas mortas após uma única semana de imersão, eu primeiro apanhei apenas algumas, selecionando-as quase ao acaso a partir das grandes famílias naturais; mas agora estou trabalhando com um conjunto escolhido com base em princípios filosóficos, graças à gentileza do Dr. Hooker[2].

A água do mar foi produzida artificialmente com sal obtido do Sr. Bolton[3], Holborn Bars 146, e foi testada por químicos melhores do que homens, ou seja, por numerosos animais marinhos e algas que viveram nela[água do mar artificial] por mais de um ano. As sementes foram colocadas em garrafas separadas, de 59 ml a 118 ml cada, em ambiente externo, na sombra: a temperatura média durante o período foi em torno de 6,5 °C, subindo em uma semana para uma média de cerca de 9 °C. A maioria das sementes inchou na água, e algumas delas coloriram-na levemente, e cada uma cedeu-lhe seu próprio odor peculiar e forte. A água em que foram mergulhadas as sementes de repolho e de rabanete tornou-se pútrida e com odor demasiadamente forte; e é surpreendente que algumas sementes, como é o caso do rabanete, possam ter resistido a influência tão contaminante; como a água se tornou pútrida antes que eu tivesse imaginado essa contingência, não foi, jamais, renovada. Eu também coloquei sementes em uma garrafa de um litro dentro de um tanque com neve e água, para verificar se as sementes mantidas à temperatura de O °C resistiriam melhor à água salgada; essa água, como aquela das garrafas pequenas, para a minha surpresa, tornou-se turva e com odor bastante forte. Na lista à seguir, eu não tenho nenhuma razão para supor, exceto nos casos assim declarados, que as sementes resistiram seu tempo total.

(1) Sementes de agrião (*Lepidium sativum*) germinaram bem após imersão de 42 dias; elas originaram uma quantidade surpreendente de lodo, de modo a aderirem em uma massa. (2) Os rabanetes não germinaram tão bem, no mesmo período. (3) Sementes de repolho: após 14 dias de imersão, apenas uma semente, de muitas, germinou; eu acho isso bastante estranho, considerando que o repolho é uma planta que cresce à beira-mar; na água salgada gelada, no entanto, várias sementes germinaram após 30 dias de imersão. (4)As sementes de alface cresceram bem após 42 dias. (5) Das sementes de cebola, apenas algumas germinaram após o mesmo período. (6) Sementes de cenoura e (7) aipo [germinaram] bem depois dos 42 dias. (8) *Borago officinalis* [borragem], (9) *Capsicum* [pimenta], (10) *Cucurbita ovifera* [abóbora] germinaram bem após 28 dias de imersão; as duas últimas, embora tenras, também foram colocadas na água gelada e germinaram após 30 dias de imersão. (11) Satureja ou segurelha cresceu um pouco menos após 28 dias. (12) *Linum usitatissimum* [linhaça]: somente uma dentre uma quantidade de sementes (que deram origem a bastante lodo) germinou após 28 dias, e a mesma coisa aconteceu após 14 dias; e somente três sementes germinaram após os primeiros

sete dias de imersão, ainda que a semente fosse muito boa. (13) Ruibarbo, (14) Beterraba, (15) Atriplex, (16) Aveia, (17) Cevada, (18) *Phalaris canariensis* [alpiste], todas germinaram excelentemente após 28 dias; da mesma forma, estas seis [sementes germinaram] após 30 dias na água gelada. (19) Feijões e (20) *Ulex*: destas, poucas sobreviveram, com dificuldade, 14 dias; os feijões foram todos mortos pelos 30 dias na água gelada.(21) Ervilhas germinaram após sete dias, mas todas morreram depois de 14 dias de imersão em ambiente externo, e também depois de 30 dias em água gelada. (22) *Trifolium incarnatum* [trevo-encarnado] é a única planta cujas sementes foram todas mortas por sete dias de imersão; nem resistiu a 30 dias em água salgada gelada. (23) Feijões roxos foram testados somente na última água [salgada e gelada] e todos estavam mortos depois dos 30 dias.

Como desses 23 tipos de sementes, selecionadas praticamente ao acaso, apenas as cinco leguminosas foram mortas (com exceção das sementes de repolho, que sobreviveram na água gelada), somos tentados a inferir que as sementes dessa família devem, em geral, ter uma pior resistência à água salgada do que as sementes das outras grandes famílias naturais; ainda assim, a partir de observações em trabalhos botânicos, eu esperava que elas sobrevivessem por mais tempo. Foi realmente muito curioso observar quão uniforme foi a germinação, mesmo em um dia, em quase todos os tipos de semente, quando retiradas, semana após semana, da água salgada e do mesmo modo quando comparadas com as mesmas sementes não-salgadas – todas, é claro, tendo sido cultivadas sob as mesmas circunstâncias, ou seja, em copos de vidro sobre a minha lareira, para que as sementes desde o dia em que foram plantadas estivessem ao alcance de meus olhos. Apenas as germinações do Ruibarbo e aipo tiveram alterações acentuadas, tendo sido aceleradas. Com relação à *Convolvulus tricolor*, não incluída na lista acima, eu posso mencionar que muitas das sementes germinaram e saíram de suas cascas enquanto ainda estavam na água salgada, depois de seis ou sete dias de imersão.

Para voltar ao tema de transporte, eu posso afirmar que no “Atlas Físico de Johnston" são fornecidas as taxas de 10 correntes distintas no Atlântico (excluindo correntes de deriva), e a média delas é de 33 milhas náuticas por dia; portanto, em 42 dias – período de imersão em que sete dos oito tipos de sementes testadas tinham sobrevivido – uma semente pode ser facilmente carregada por cerca de 2.600 Km e 2.800 Km.

Eu vou encerrar esta já longa comunicação, observando que todas as 40-50 sementes que eu testei afundaram na água salgada; isto pode parecer um obstáculo fatal para a disseminação de plantas pelas correntes oceânicas; mas pode-se duvidar se a maioria das sementes (com exceção das de tipo alado), uma vez espalhada, é levada pelo mar como ocorre com plantas inteiras, ou quase inteiras, com seus frutos, sendo levadas pelos rios durante as cheias, por águas de fontes, redemoinhos de vento, deslizamento de falésias etc., constantes durante o longo lapso das idades geológicas modernas. Deve-se ter em mente o quão belo vagens, cápsulas etc., e até mesmo as cabeças completamente expandidas das *Compositae* fecham-se quando molhadas, como se pelo firme propósito de carregar as sementes de forma segura à terra. Quando depositadas em terras longínquas pelas marés e ondas, e talvez ligeiramente conduzidas ao interior por vendavais costeiros, as vagens etc. vão secar e, abrindo, vão lançar suas sementes; e elas estarão então prontas para os muitos meios de dispersão pelos quais a Natureza semeia seus amplos campos, e que têm despertado a admiração de todo observador. Mas quando a semente é semeada em sua nova morada, então, como eu acredito, vem a provação; será que os ocupantes antigos, na grande luta pela vida, permitem ao novo e solitário imigrante espaço e sustento?

Charles Darwin, Down, Farnborough, Kent, May 21, 1855.

NOTAS:

1 Forbes, 1846 (nota de John van Wyhe, editor do texto original, doravante: N. Ed.).

2 Joseph Dalton Hooker (1817-1911), botânico, Diretor Assistente dos Jardins Botânicos Reais de Kew (1855-1865), Diretor (1865-1885), tornou-se amigo próximo de Darwin. (N. Ed.)

3 William Bolton era um negociante de produtos químicos. (N. Ed.)

APÊNDICE I - Roteiro para a realização dos experimentos históricos – 2018

Disciplina: História e Filosofia da Ciência (B3HFC)

Prof. José Otávio Baldinato

REPLICAÇÃO DE EXPERIMENTOS HISTÓRICOS DE CHARLES DARWIN

Atividade com a profa. Tatiana Tavares

1º momento (27 de abril de 2018)

Experimento 1 – Flutuabilidade de estruturas vegetais

A flutuabilidade de algumas estruturas vegetais por longos períodos pode ser uma evidência da dispersão de sementes.

Material:

- Galhos de árvores.
- Sementes de vários tamanhos (diferentes das utilizadas nos outros dois experimentos).
- Frutos de vários tamanhos.
- Baldes, aquários ou recipientes grandes, em que seja possível a visualização das estruturas.
- Água.
- Sal (35g para cada litro de água).
- 1 balança digital.
- Recipiente para a separação da quantidade de sal.
- Recipiente para preparar a água salgada
- 1 colher para mexer a água salgada.

Procedimentos:

Para a preparação da água salgada, medir na balança digital 35g de sal para cada litro de água a ser utilizado.

Colocar a água salgada em uma balde. Colocar as estruturas vegetais nos baldes e registrar o tempo em que cada estrutura flutuou e/ou afundou (Sugestão de tabela para anotar os resultados disponível no **ANEXO A**)

Observação: algumas estruturas podem flutuar mais de 50 minutos. O experimento deve ficar em local protegido, em que os estudantes possam fazer observações e as anotações.

Experimento 2 – Resistência à água salgada

Neste experimento será simulada a imersão das sementes na água do mar.

Material:

- Sementes de diferentes espécies de plantas.
- Garrafas pet vazias (a mesma quantidade do número de espécies de sementes que foram selecionadas).
- Água.
- Sal (35 g para cada litro de água)
- 1 balança digital.
- Recipiente para a separação da quantidade de sal.
- Recipiente para preparar a água salgada
- 1 colher para mexer a água salgada.
- Funil.
- Etiquetas ou canetas permanentes
- Algodão

Procedimentos:

Para a preparação da água salgada, medir na balança digital 35g de sal para cada litro de água a ser utilizado. Após a mistura da água com o sal, com a ajuda de um funil, colocar a água salgada em garrafas pet. Depois, deve-se colocar um tipo de semente em cada garrafa. Deve-se anotar na garrafa o nome do grupo, o tipo da semente e a data em que foi realizado o experimento. Coloque um pedaço de algodão na parte superior da garrafa, para isolar o conteúdo. Deixe a garrafa no laboratório por 28 dias.

2ª momento (25 de maio de 2018)

Experimento 3 – Germinação de sementes

Passados 28 dias de imersão das sementes na água salgada, agora é hora de plantá-las para verificar quais preservam a capacidade de germinar.

Material:

- Garrafas pet com sementes imersas em água salgada há 28 dias.
- Algodão
- Pinças para a retirada das sementes.
- Potes para plantar as sementes
- Terra preta adubada
- Etiquetas ou canetas permanentes
- Regador (para semanalmente hidratar as sementes plantadas).

Procedimentos:

Com a ajuda de um algodão e de pinça retirar as sementes da água salgada. Em potes plásticos, colocar terra preta adubada e húmus. Escrever no pote ou em etiquetas, o nome do grupo, o tipo de semente e a data em que as sementes foram plantadas. A observação da germinação e a rega das sementes devem ser feitas até o dia 26 de junho de 2018.

(Sugestão para anotações dos resultados de germinação no **ANEXO B**)

ANEXO A - Experimento 1 - Flutuabilidade de estruturas vegetais

Nomes:

Estrutura vegetal	**Flutuou (tempo)**	**Afundou (tempo)**	**Observações**
1- Semente de feijão			
2- Semente de milho			
3- Flor grande			
4- Flor amarela			
5- Folha seca			
6- Estróbilo feminino			
7- Folha de pinheiro seca			
8- Folha de pinheiro verde			
9- Frutinho vermelho			Ver a flutuação em diferentes estágios
10- Goiaba seca			
11- Vagem			
12-			

ANEXO B - Experimento 3 – Germinação de sementes

Nomes:

1ª semana

	Seg.	**Ter.**	**Qua.**	**Qui.**	**Sex.**	
Tipo de semente					**08/06**	**Obs.**
Agrião						
Cebola						
Cenoura						
Rabanete						
Repolho						
Tomate						

2ª semana

Tipo de semente	**11/06**	**12/06**	**13/06**	**14/06**	**15/06**	**Obs.**
Agrião						
Cebola						
Cenoura						
Rabanete						
Repolho						
Tomate						

3ª semana

Tipo de semente	**18/06**	**19/06**	**20/06**	**21/06**	**22/06**	**Obs.**
Agrião						
Cebola						
Cenoura						
Rabanete						
Repolho						
Tomate						

4ª semana

Tipo de semente	**25/06**	**26/06**	**27/06**	**28/06**	**29/06**	**Obs.**
Agrião						
Cebola						
Cenoura						
Rabanete						
Repolho						
Tomate						

ANEXOS

ANEXO A - Texto: As cinco teorias de Darwin. Por Dráuzio Varella

Disponível em:
<http://www.opovo.com.br/www/opovo/colunas/drauziovarela/594661.html> Acesso em 02/01/2012

As cinco teorias de Darwin

Dráuzio Varella

Exceção feita à Bíblia, nenhum livro influenciou mais a filosofia do homem moderno quanto "A Origem das Espécies", de Charles Darwin.

Até sua publicação, em 1859, o pensamento científico não oferecia alternativa à visão religiosa; ao contrário, era inseparável dela: o Criador havia estabelecido as leis que regem o Universo e criado todas as formas de vida na Terra num único dia.

Numa época em que a cultura ocidental entendia ser o homem criado à imagem e semelhança de Deus, é possível imaginar a agitação intelectual causada pela idéia de que a vida na Terra seguia um fluxo contínuo de evolução, resultado da competição pela sobrevivência que, geração após geração, encarrega-se de eliminar os menos adaptados? E, pior, esquecer o sopro divino e admitir que a espécie humana pertence à ordem de primatas como chimpanzés, micos ou gorilas!

Darwin era um observador tão criterioso e as conclusões que tirou foram tão primorosas que os avanços científicos dos últimos 150 anos só fizeram comprovar o acerto de suas ideias. Da anatomia dos dinossauros ao capricho microscópico das proteínas que se dobram dentro de nossas células, todos os fenômenos biológicos obedecem à lei da seleção natural.

Na verdade, Charles Darwin e Alfred Wallace, trabalhando independentemente, descobriram um mecanismo universal, uma lei que rege não apenas a vida entre nós, mas a que porventura exista ou venha a existir em qualquer canto do Universo.

Por qual razão as pessoas aceitam com naturalidade o fato de a Terra girar ao redor do Sol e ainda hoje rejeitam os ensinamentos de Darwin? Ernst Mayr, considerado "o Darwin do século XX", atribui essa dificuldade ao desconhecimento de que a teoria de Darwin não é única, mas pode ser decomposta em pelo menos cinco outras:

1. Teoria do ascendente comum

Na viagem às ilhas Galápagos, Darwin verificou que o formato do bico de três espécies de pássaros locais sugeria serem eles descendentes de um ancestral que habitava o continente. Ciente de que a evolução não cria mecanismos particulares para qualquer espécie, entendeu que esse ancestral devia descender de outro: "Todas as nossas plantas e animais descendem de algum ser no qual a vida surgiu antes". Nenhuma das teorias de Darwin foi aceita com tanto entusiasmo como esta, porque dava sentido à semelhança entre os seres vivos, à distribuição geográfica de certas espécies e à anatomia comparada. Um século mais tarde, ao demonstrar que os genes das bactérias são quimicamente iguais aos das plantas, dos fungos ou dos vertebrados, a biologia molecular ofereceu a prova definitiva de que todos os organismos complexos descendem de seres unicelulares.

2. Teoria da evolução como tal

Segundo ela, o mundo não se encontra em equilíbrio estático, as espécies se transformam no decorrer do tempo. A existência dos fósseis e as diferenças entre o organismo dos dinossauros e o das aves, únicos dinossauros sobreviventes à extinção, ilustram com clareza o que chamamos de evolução das espécies.

3. Gradualismo

As transformações evolucionistas ocorrem gradualmente, nunca aos saltos. Para explicar como as espécies em nossa volta estão muito bem adaptadas às condições atuais, Darwin encontrou apenas duas alternativas: teriam sido obra da onipotência de um Criador ou evoluído gradualmente segundo um processo lento de adaptação: "Como a seleção natural age somente através do acúmulo de sucessivas variações favoráveis à sobrevivência, não pode produzir grandes nem súbitas modificações: ela deve exercer sua ação em passos lentos e vagarosos".

4. Teoria da multiplicação das espécies

Calcula-se que existam de 5 a 10 milhões de espécies de animais e de 1 a 2 milhões de espécies de plantas. Darwin passou a vida atrás de uma explicação para tamanha biodiversidade e propôs, pela primeira vez, o conceito de que a localização geográfica seria responsável pelo surgimento das espécies. Embora mereça esse crédito, Darwin não foi capaz de perceber com clareza a importância do isolamento geográfico no aparecimento de espécies novas. Hoje, sabemos que indivíduos isolados por tempo suficiente da população que lhes deu origem podem acumular tantas mutações que passam a constituir uma espécie nova incapaz de acasalar-se com os ascendentes.

5. Teoria da seleção natural

Foi o conceito filosófico mais revolucionário desde a Grécia antiga. Segundo Darwin, a seleção natural é resultado da existência da variabilidade genética, que assegura não existirem dois indivíduos exatamente idênticos, em qualquer espécie. Como consequência da vida num planeta com recursos limitados, a competição pela sobrevivência se encarregará de eliminar os mais fracos.

A seleção natural varreu o determinismo que dominou a biologia desde a Antiguidade, segundo o qual cada espécie existiria para atender a determinada necessidade. Só então foi possível abandonar interpretações sobrenaturais para explicar o mundo orgânico.

A seleção natural é um mecanismo universal inexorável, alheio a qualquer finalidade, imprevisível como a própria vida.

ANEXO B – Seleção de textos de Charles Darwin sobre a distribuição geográfica de vegetais

SELEÇÃO DE TEXTOS SOBRE A DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DE VEGETAIS

CHARLES DARWIN

Trecho do capítulo XII de *A origem das espécies*. Por Charles Darwin

Fonte: DARWIN, Charles R. *A origem das espécies*. Tradução: Eduardo Nunes Fonseca. São Paulo: Editora da Folha de S. Paulo, 6 ed, 2010, pp 266-270.

Capítulo XII: Distribuição geográfica

Charles Darwin

Centros únicos de criação

[Vamos] examinar uma questão que suscitou tantas discussões entre os naturalistas. Trata-se de saber se as espécies foram criadas em um ou em muitos pontos da superfície terrestre. Há, sem dúvida, casos em que é extremamente difícil compreender como a mesma espécie pode transmitir-se de um ponto único a diversas regiões afastadas e isoladas onde hoje as encontramos. Todavia, parece tão natural que cada espécie fosse produzida no princípio em uma única região, que esta possibilidade cativa facilmente o espírito. [...]

Parece-me, pois muito mais provável, como também a muitos outros naturalistas, que a espécie se produziu numa única região, de onde a seguir se espalhou tão longe quanto lhe permitiram os meios de emigração e de subsistência, tanto nas condições da vida passada como nas condições da vida atual. Surgem, sem dúvida, muitos casos em que é impossível explicar a passagem de uma mesma espécie de um ponto a outro, mas as alterações geográficas e climatéricas que com certeza se efetuaram desde as épocas geológicas recentes, devem ter rompido a continuidade da distribuição primitiva de muitas espécies. [...]

Se a existência da mesma espécie em pontos distantes e isolados da superfície da Terra pode, num grande número de casos, explicar-se pela possibilidade de cada espécie ter emigrado no seu centro de produção, então, considerando a nossa ignorância do assunto, no que se refere às alterações climatéricas e geográficas que se efetuaram outrora, como aos meios casuais de locomoção que puderam concorrer para esta disseminação, creio eu que a possibilidade de um berço único é incontestavelmente a mais lógica. [...]

Meios de dispersão

[...] Devo agora dizer algo sobre o que se tem denominado meios acidentais de dispersão, meios que melhor se denominariam ocasionais; falarei aqui apenas das plantas. Diz-se, nas obras de botânica, que se ignora quase com certeza se tal ou tal planta pode atravessar

o mar com relativa facilidade. Não se sabia mesmo, antes de algumas experiências que realizei a respeito com o concurso de Mr. Berkeley, durante quanto tempo as sementes podem resistir à ação nociva da água salgada. Verifiquei para grande surpresa minha que, de oitenta e sete espécies, sessenta e quatro germinaram após uma imersão de vinte e oito dias, e algumas suportaram uma imersão de cento e trinta e sete dias. É bom assinalar que certas ordens se mostram muito menos capazes que outras a resistir a esta prova; nove leguminosas, com exceção de uma só, não suportaram a ação da água salgada; sete espécies pertencentes a duas ordens associadas, hidrofiláceas e polemoniáceas, foram todas destruídas em um mês de imersão. Para mais comodidade, fiz a experiência principalmente com os pequenos grãos despojados do fruto, ou da cápsula. Ora, como todas foram ao fundo ao final de poucos dias, não teriam atravessado grande braços de mar, quer fossem ou não danificadas pela água do mar. Experimentei, a seguir, com alguns frutos e algumas cápsulas maiores: alguns flutuaram por muito tempo. Sabe-se que a madeira verde flutua muito menos tempo que a madeira seca. Pensei que as inundações muitas vezes arrastam para o mar plantas ou ramos secos carregados de cápsulas e de frutos. Esta ideia induziu-me secar hastes e ramos de noventa e quatro plantas tendo frutos maduros, e colocá-los em seguida em água do mar. A maioria foi prontamente ao fundo, mas algumas que, verdes foram ao fundo rapidamente; secas, porém, flutuaram noventa dias, e germinaram depois de serem plantadas em terra; uma planta de espargo, com bagas maduras, flutua vinte e três dias; depois de seca, flutua oitenta e cinco dias, e as sementes germinam a seguir. As sementes maduras do *Helosciadium*, que ia ao fundo ao fim de dois dias, flutuaram mais de noventa dias depois de secas, e germinaram a seguir. Ao todo, de noventa e quatro plantas secas, dezoito flutuaram mais de vinte e oito dias, e algumas superaram este termo. Disto resulta que 64 entre 87 das sementes que submeti à experiência germinaram após uma imersão de vinte e oito dias, e que 18 entre 94 das plantas com frutos maduros (nem todas pertenciam às mesmas espécies da experiência precedente) flutuaram, após dissecação, mais de vinte e oito dias. Concluímos, pois tanto pelo menos quanto é permitido tirar uma conclusão de um tão pequeno número de fatos, que as sementes de 14 entre 100 das plantas de uma região qualquer podem ser arrastadas durante vinte e oito dias pelas correntes marítimas sem perder a faculdade de germinar.

[...] Seria, pois mais seguro admitir que as sementes de aproximadamente 10% das plantas de uma flora podem, depois da dessecação, flutuar através de um braço de mar de aproximadamente 1.450 km de largura e germinar a seguir. O fato dos frutos maiores serem capazes de flutuar mais tempo que os pequenos é interessante porque não há outro meio de

disseminação para as plantas de grandes frutos e de grandes sementes, além disso, assim como demonstrou Afonso de Candolle, estas plantas tem geralmente uma extensão limitada.

Correspondências entre Darwin e naturalistas, de 1855. Excerto de *Origens: cartas seletas de Charles Darwin*

Fonte: DARWIN, Charles R. *Origens: cartas seletas de Charles Darwin (1822-1859).* Editadas por Frederick Burkhardt. São Paulo: Editora UNESP, 2009.

1) Para J. D. Hooker, Down, 7 de Abril [1855]

Meu estimado Hooker

Escrevi hoje de manhã para agradecer pelos Rododendros. –

Iniciei minhas experiências de salgar sementes, e ficaria extremamente grato se me dissesse quais os tipos que espera que fossem *mortos com mais facilidade* pela água do mar, além das Cruciferae, que eu havia achado que seriam, como confirmou; eu tinha a intenção de lhe perguntar isto, mas esqueci, quando estive com você pela última vez. –

Se puder mencionar algumas que sejam fáceis de obter, como sementes Agrícolas ou de Jardins ou de flores, peço-lhe que enumere. Apenas algumas. – Em segundo lugar, será que sabe me dizer, fazendo uma *estimativa*, quanto tempo de imersão em água do mar *imagina* que mataria as sementes mais suscetíveis? Será que esperaria que uma boa imersão de uma semana destruísse alguma delas? ...

Peço-lhe a gentileza de me mandar uma nota breve como resposta, para que assim eu possa livrar-me mais depressa de meu sofrimento e terminar minhas experiências, que receio que considere tão tolas quanto minha esplêndida ideia de que as plantas do Carbonífero viviam em água salgada, como os manguezais, a qual o deixou tão enfurecido {.}

Adios | C. Darwin

Minhas ideias às vezes dão bons resultados; o dr. Davy tem feito experiências a meu pedido (para ver como as ovas de peixe poderiam ser transportadas) sobre a preservação da vitalidade; e constatou que as ovas de salmão, expostas ao ar livre por três dias inteiros e até a um pouco

de sol, produziram belos filhotes de peixe. O dr. D. enviou um artigo sobre o assunto à Royal Soc. – N. B. Lembre-se de indagar sobre meu caso *singular* de "uma senhora da América do N." que viu ovas de peixe aderidas a um Ditiscus [besouro-d'água].

(DARWIN, Charles R. *Origens: cartas seletas de Charles Darwin (1822-1859)*. Editadas por Frederick Burkhardt. São Paulo: Editora UNESP, 2009, pp. 198-199)

2) Para J. D. Hooker, Down, 13 de Abril [1855]

Meu estimado Hooker

... Muito obrigado pelas informações sobre as sementes [28]. Eu havia imaginado que tinha uma opinião definitiva de que as sementes de alguns grupos não tinham nenhuma possibilidade de suportar a água salgada. Ainda não estou preparado para realizar o experimento em uma escala tão grande quanto a que sugeriu: na verdade, mal disponho de meios, mas fico contente por constatar que comecei seguindo exatamente os princípios que sugeriu, só que em escala muito menor. Tenho em andamento, há algum tempo, uma experiência que penso que será interessante, qual seja, sementes imersas em água salgada à temperatura de 32°-33°{F}, da qual disponho e disporei por muito tempo, uma vez que enchi de Neve um tanque grande. – Quando escrevi pela última vez, eu ia cantar vitória com você, pois meu experimento tinha obtido um pequeno grau de êxito, porém, com infinita baixeza, não o revelei, por temer que dissesse que comeria todas as plantas que eu conseguisse cultivar depois da imersão. É muito irritante eu não conseguir ter a mínima lembrança do que foi que disse, no passado, que me fez achar que zombava vastamente desses experimentos, pois agora parece encarar a experiência como um bom cristão. Até o momento, em pequenas garrafas do lado de fora de casa, expostas a variações de temp., mas guardadas à sombra e expostas à luz, tenho apenas sementes de Agrião, Rabanete, Repolho, Alface, Cenoura, Aipo e Cebola; quatro grandes Famílias. Todas essas, após uma imersão de exatamente uma semana, germinaram, o que eu não tinha a mínima esperança de que acontecesse (e imaginei o quanto iria rir de mim),

[28] Na página de capa de um exemplar repleto de anotações do catálogo de sementes de floricultura de John Cattell, de 1855, C.D. escreveu à tinta: "Hooker sugere, para água do mar | 1. Plantas com ampla distribuição | 2. Plantas aquáticas. Perguntar a Cattell como eu poderia conseguir algumas | 3. Plantas com albume farináceo | 4. Com i [dem] carnoso | 5. com i[bidem] oleoso" (Arquivo Darwin, Biblioteca da Universidade de Cambridge).

pois a água de quase todas elas, especialmente do agrião, tinha um cheiro fétido, e as sementes de agrião soltavam uma extraordinária quantidade de muco (Os vestígios haveriam de esperar que elas se transformassem em girinos), a ponto de se agregarem em uma massa; mas essas sementes germinaram e cresceram esplendidamente. A germinação de todas elas (especialmente do Agrião e do Alface) foi acelerada, com exceção das de repolho, que brotaram com muita irregularidade, e um bom número das quais creio que morreu. Seria de supor, a julgar pelo hábitat natural, que o repolho resistisse bem. As Umbelliferae e as cebolas parecem suportar bem o sal. Lavo as sementes antes de plantá-las. Escrevi para o *Gardener's Chronicle,* embora duvide de que tenha valido a pena. Se meu sucesso parecer justificá-lo, mandarei a você uma lista de sementes para lhe pedir que assinale algumas classes diferentes. Hoje estou replantando as mesmas sementes que citei acima, depois de 14 dias de imersão. Uma vez que muitas correntes marítimas se deslocam à razão de uma milha por hora, em uma única semana elas poderiam ser transportadas por 168 milhas: dizem que a corrente do Golfo percorre cinquenta e sessenta milhas por dia. – Já chega desse assunto; mas meus gansos são sempre cisnes. ...

Adeus, | Meu estimado Hooker, | Mui cordialmente, | C. Darwin

Planto minhas sementes salgadas em copos de vidro (depois de experimentar e registrar o índice de germinação de algumas sementes não salgadas), a fim de poder vê-las o tempo todo, antes e depois da germinação, sobre o painel da lareira. –

[As investigações de Charles Darwin, sobre a distribuição geográfica das plantas levaram a uma correspondência global com botânicos. Asa Gray, professor de Botânica na Universidade de Harvard, tornou-se seu principal correspondente e autoridade sobre a flora dos Estados Unidos.]

(DARWIN, Charles R. *Origens: cartas seletas de Charles Darwin (1822-1859)*. Editadas por Frederick Burkhardt. São Paulo: Editora UNESP, 2009, pp 199-200)

3) À Asa Gray, Down Farnborough Kent, 25 de Abril [1855]

Meu prezado senhor

Espero que se recorde de que tive o prazer de ser apresentado ao senhor em Kew. Quero solicitar-lhe um enorme favor, pelo qual bem sei que não posso apresentar nenhuma desculpa. Mas o favor, creio eu, não há de causar muita dificuldade e me obsequiará enormemente. Como não sou Botânico, há de parecer tão absurdo que eu lhe faça perguntas sobre botânica, que posso começar por lhe dizer que há vários anos venho compilando dados sobre a "Variação", e que, quando constato que uma observação geral parece ser válida quanto aos animais, procuro verificá-la nas Plantas.

Tenho uma enorme curiosidade sobre a Flora alpina dos Estados Unidos e copiei de seu Manual a lista que vai anexa; pois bem, gostaria de saber se pode ter a grande gentileza de acrescentar de memória (não tenho, nem por um momento, a pretensão de desejar que consulte outros especialistas) os outros habitats ou áreas de distribuição dessas plantas, anotando "Ativas" naquelas que se restringem às montanhas dos Estados Unidos. – "Am. Ártica" naquelas que também são encontradas na América Ártica. – "Eu. Ártica" nas que também são encontradas na Europa Ártica – e "Alpes" nas que são encontradas em muitas *montanhas* da Europa. – "e Ásia Árt.". Comparei a lista com as plantas da Grã-Bretanha, mas naturalmente, receio confiar em mim, por meu desconhecimento dos sinônimos etc. –

Vejo que existem 22 espécies comuns aos Montes Brancos e às Montanhas de Nova York, e lhe rogo dizer-me qual é a extensão da área de planícies que separa essas montanhas e nas quais essas plantas alpinas não conseguem crescer: tenho dificuldade de avaliá-la, uma vez que a altitude não está assinalada no prolongamento das montanhas de Vermont. –

Arrisco-me a solicitar mais uma informação, a saber, se tem publicado em algum lugar uma lista de espécies fanerogâmicas comuns à Europa, tal como foi feito com as conchas e Pássaros, a fim de que um não Botânico possa formar algum juízo sobre a relação entre as duas floras. Tal lista me seria de extremo interesse sob vários pontos de vista, e creio que também para outros. Suponho que não haveria mais que algumas centenas de 2.004 espécies de seu Manual. Porventura consideraria muito pretensioso de minha parte sugerir que publique (se é que isso já não foi feito) uma lista delas em algum Periódico? – Eu mesmo o faria, mas com certeza, incorreria em muitos erros. Posso assegurar-lhe que percebo como é pretensioso que eu, não sendo Botânico, faça sequer a mais insignificante sugestão a um Botânico como o senhor, mas, pelo que vi e ouvi a vosso respeito de nosso querido e gentil amigo Hooker, espero e creio que haverá de perdoar-me, e mui respeitosamente me subscrevo, | Prezado Senhor, | Atenciosamente, | Charles Darwin

(DARWIN, Charles R. *Origens: cartas seletas de Charles Darwin (1822-1859)*. Editadas por Frederick Burkhardt. São Paulo: Editora UNESP, 2009, pp 201-202)

4) Para J. D. Hooker, Down, 5 de Junho [1855]

Meu estimado Hooker

Muitíssimo obrigado por suas sementes e Saxifragáceas, e por um lote tão esplêndido: ... Obrigado também, por sua notinha sobre todos os votos terríveis a respeito das sementes, aos quais quase chego a fazer eco, pois começo a achar que elas são imortais e que o trabalho com as sementes vai ser um outro trabalho com as Cracas; pois achei que as do primeiro lote estavam todas mortas; e agora. Passados 56 dias, seis dos setes tipos brotaram, embora apenas alguns brotos de cada uma. – Foi uma ótima sugestão (embora eu a considerasse inútil naquele momento) experimentar com *repolho, brócolis e couve-flor*, havendo todas {as sementes} destes dois últimos morrido após 22 dias, ao passo que o repolho germinou bem. Como não tenho ninguém com quem conversar, tenho que lhe dizer o que me parece curioso: que os brotos de Tussilago farfara saíram de suas sementes na água salgada e continuam vivos há nove dias, alguns flutuando e alguns no fundo da água do mar e que, quando plantados eles crescem bem. ... O *seu* lote de sementes saiu-se muito mal, em parte, talvez, pelo fato de diversas delas serem plantas de Estufa, e em parte, em vista de as sementes serem ruins; e elas são terrivelmente lentas para germinar, o que é péssimo, e sem dúvida as escolheu de propósito para me aborrecer. – A srta. Thorley e eu estamos fazendo um *livrinho de Botânica* (!) para nos distrairmos, e ele realmente me diverte muito, ou seja, fazer uma coleção de todas as plantas que cresceram em um terreno que ficou sem cultivo durante 15 anos, mas que antes era cultivado desde tempos imemoriais; e também estamos colecionando todas as plantas de um campo adjacente e *similar*, mas cultivado, só pelo prazer de ver que as plantas surgiram ou desapareceram. Daqui em diante, vamos precisar de um pouco de ajuda para dar nome às que são problemáticas. – Quão terrivelmente difícil é dar nomes a plantas! ...

Agradeço-lhe muito pelo Hedysarum: espero que não seja muito precioso, pois, como lhe disse, ele se destina a um objetivo que é, provavelmente, *muitíssimo* tolo: li em algum lugar que nenhuma planta fecha suas folhas com muita rapidez no escuro, e quero cobri-lo diariamente por ½ hora, e ver se posso ensiná-lo a se fechar sozinho, ou com mais facilidade que a princípio na escuridão. ...

Como eu gostaria de poder vê-lo com mais frequência, que bem isso me faria em meu trabalho! Mas, ocupado como é, rogo-lhe com *a mais perfeita sinceridade*, que de modo algum se incomode em escrever com frequência pelo fato de eu lhe escrever.

Adeus, | C. Darwin

Não consigo entender exatamente por que haveria de preferir a transmissão continental, como creio que faz, ao transporte pelo mar: considerando suas ideias gerais, eu teria imaginado que gostaria de maior número possível de meios de transmissão. – Para minhas noções teóricas prediletas, é inteiramente indiferente que elas sejam transmitidas por mar ou por terra, desde que se possa mostrar algum caminho toleravelmente provável. Mas, para minha filosofia, é chocante criar terras, sem que haja alguma outra prova independente. Quando nos encontrarmos, creio que com algumas palavras entenderei com mais clareza suas concepções. ...

Acabo de descobrir minha primeira Gramínea, viva! viva![29] Tenho de admitir que a Sorte favorece os destemidos, pois quis o acaso fortuito que se tratasse do simples Anthoxanthum odoratum: não obstante, é uma grande descoberta; nunca esperei descobrir uma gramínea em toda a minha vida. Portanto, viva! Fez um bem surpreendente a meu estômago. (DARWIN, Charles R. *Origens: cartas seletas de Charles Darwin (1822-1859)*. Editadas por Frederick Burkhardt. São Paulo: Editora UNESP, 2009, pp 203-205)

5) À Asa Gray, Down, 8 de Junho [1855]

Meu prezado senhor

Agradeço-lhe de coração por sua carta singularmente gentil do último dia 22, e pelo modo extremamente agradável e obsequioso como recebeu minhas perguntas complicadas. Mal posso dizer-lhe o quanto me interessou sua lista de plantas alpinas, e agora consigo imaginar, até certo ponto, as plantas de seus cumes alpinos. A nova Edição de seu Manual é uma notícia esplêndida para mim: sei, por seu prefácio, o quanto lhe falta espaço, mas não tomaria muito espaço acrescentar (Eu.) entre parênteses a cada planta europeia e, no que me diz respeito, isso atenderia a todos os meus objetivos. Por minha experiência própria, enquanto eu desvendava as plantas inglesas em nossos Manuais, muitas vezes me ocorreu o quanto seria interessante se tivesse sido fornecida alguma informação sobre sua distribuição, e sendo assim, não duvido que seus investigadores e iniciantes norte-americanos gostassem muito de saber quais de suas plantas são nativas e quais são europeias.

[29] C.D. refere-se a seu projeto de identificar as diferentes espécies de gramíneas que cresciam nos arredores de Down.

Pergunto se não conviria, nas plantas alpinas, incluir os mesmos acréscimos que agora me enviou em forma manuscrita, embora, nesse caso, graças a sua gentileza, eu não esteja falando por egoísmo, mas apenas pro *bono americano publico*. – Presumo que seria muito problemático indicar em seu |Manual os habitats das plantas encontradas a Oeste das Montanhas Rochosas, e também das encontradas no Leste da Ásia, considerando o Yenesei (?), que, se bem me lembro, segundo Gmelin, é a principal linha divisória da Sibéria. Talvez a Sibéria se relacione mais com a Flora setentrional da América do N. A distribuição das plantas a Leste e a Oeste, isto é, dizer se a maioria das encontradas está na Groenlândia e na Europa Ocidental ou no Leste da Ásia, parece-me uma questão muito interesse, por tender a mostrar se a migração ocorreu em sentido Leste ou em sentido Oeste. – Rogo-lhe acreditar que tenho plena consciência de que a *única utilidade* destas observações é mostrar a um Botânico os aspectos que um não Botânico tem curiosidade de aprender; pois creio que todo aquele que estuda profundamente um assunto passa, muitas vezes, a desconhecer os pontos em que os ignorantes necessitam de informações. Fico imensamente contente por estar pensando em redigir uma nota sobre a distribuição geográfica, pois a área coberta pelo Manual parece-me, em alguns pontos, mais adaptada a uma comparação com a Europa que com a totalidade da América do N. –

Pediu que eu explicite claramente alguns dos pontos sobre os quais tenho grande desejo de obter informações; mas na verdade, eu dificilmente poderia fazê-lo, pois eles são muito vagos, e prefiro ver os resultados que emergirão das comparações a já dispor, neste momento, de objetivos definidos. Presumo que, como outros Botânicos, forneceria, com respeito a sua área, as proporções (deixando de fora as plantas introduzidas) em relação à totalidade das grandes famílias principais: este é um ponto que eu havia tencionado tabular (e de fato o fiz, em linhas gerais) a partir de seu Livro, mas é claro que só posso fazê-lo *de modo muito imperfeito.* Naturalmente, eu também determinaria a proporção em relação a toda a Flora das plantas europeias (deixando de fora as introduzidas) *e das grandes famílias separadas*, a fim de especular sobre os meios de transporte. A propósito, dias atrás, arrisquei-me a remeter-lhe um exemplar de *Gardeners' Chronicle*, com um pequeno relatório meu sobre alguns experimentos insignificantes que venho tentando realizar sobre a capacidade que as plantas tem de suportar a água do mar. Não sei se lhe pareceu, como a mim, que seria aconselhável os Botânicos indicarem em *números inteiros*, bem como nas menores frações, as proporções numéricas entre as Famílias – assim é que depreendendo por seu Manual que entre as plantas *nativas*, a proporção das Umbelliferae é de 36/1798 = 1/49; isso porque, sem conhecer os números *inteiros*, não se pode avaliar realmente quão próximos são os números das plantas de

uma mesma família em duas regiões distantes; mas é muito provável que considere isso supérfluo. – Ao mencionar esses números proporcionais, posso indicar, como um exemplo do número de aspectos que venho *tentando* elaborar e de quão vagos e fúteis eles frequentemente são, que, ao refletir sobre a observação de R. Brown e Hooker de que a quase identidade do número proporcional das grandes Famílias de duas regiões mostra, provavelmente, que em certa época elas foram unidas em uma continuidade, considerei que poderia calcular, por exemplo, as proporções entre as Compositae *introduzidas* na Grã-Bretanha e todas as plantas introduzidas, e o resultado foi 10/92 = 1/9,2. Em nossa flora *aborígine* ou nativa, a proporção é de 1/10; e em muitos outros casos, constatei uma correspondência igualmente impressionante; peguei então seu Manual e trabalhei nessa mesma questão; nele constatei, com respeito às Compositae, uma correspondência quase igualmente impressionante, isto é, 24/206 = 1/8 em relação às plantas introduzidas, e 223/1798 = 1/8 em relação às nativas; entretanto, quando cheguei às outras Famílias, encontrei proporções inteiramente diferentes, que mostram que as coincidências a Flora britânica foram provavelmente acidentais! –

Presumo que irá fornecer a proporção entre as espécies e os gêneros, isto é, mostrar, em média, quantas espécies cada gênero contém, embora eu tenha feito isso em meu próprio benefício. –

Se não for muito complicado, não lhe parece que seria interessantíssimo, e que daria uma ótima ideia de sua Flora, dividir as espécies em três grupos, isto é, (a) espécies comuns ao velho mundo {sic}, com informações sobre os números comuns à Europa e à Ásia, (b) espécies nativas, mas pertencentes aos gêneros encontrados no velho mundo {sic}, e (c) espécies de gêneros que se restringem à América ou ao Novo Mundo? Para (segundo minhas ideias) aperfeiçoar a perfeição, seria preciso informar se existem outros casos, como o Erica, de gêneros comuns na Europa ou no velho mundo {sic} que não sejam encontrados em sua região. –

Sinceramente, porém, sinto que é bastante ridículo eu lhe escrever tanto sobre o assunto, mas, uma vez que me perguntou, faço-o de bom grado, e lhe escrevo do mesmo modo que escreveria a Hooker, que muitas vezes ri impiedosamente de mim, e estou certo de que tem razão ainda melhor para fazê-lo. –

(DARWIN, Charles R. *Origens: cartas seletas de Charles Darwin (1822-1859)*. Editadas por Frederick Burkhardt. São Paulo: Editora UNESP, 2009, pp 205-207)

6) Para J. D. Hooker, Down, 5 de Julho [1855]

Meu estimado Hooker

Eu seria um homem muito mais feliz, se denominasse especificamente esta gramínea para mim: ela realmente me derrubou: nem sequer tenho certeza de que seja uma Festuca; sinto-me bastante seguro de que não é F. pratensis. – Ela cresce em encostas gredosas bastante secas. Colhi 35 espécies e dei nome a todas corretamente, segundo creio, com exceção desta e de outra, a qual creio que descobrirei, quando estiver em floração mais plena. –

Do sempre seu, | C. Darwin

Obs.: Uma *porção* de Aipo e algumas Cebolas e Cenouras, e até um Rabanete e uma Alface, brotaram depois de 85 dias na água salgada!

(DARWIN, Charles R. *Origens: cartas seletas de Charles Darwin (1822-1859)*. Editadas por Frederick Burkhardt. São Paulo: Editora UNESP, 2009, p. 207)

7) Ao *Gardeners' Chronicle*, Down, 21 de Novembro {1855}

Uma vez que os senhores publicaram relatos do sr. Berkeley e meus sobre o período durante o qual as sementes são capazes de suportar a imersão em água do mar, talvez lhe interesse conhecer, sem detalhes minuciosos, os resultados finais de meus experimentos. A semente de Pimenta, após 137 dias de imersão, saiu-se bem, pois trinta de 56 plantas germinaram, e creio que um número ainda maior germinaria no correr do tempo. Do Aipo, brotaram apenas seis de algumas centenas de sementes após o mesmo período de imersão. Uma única semente de Alpiste germinou após 120 dias, e algumas de Aveia germinaram parcialmente após 120 dias; tanto as sementes de Aveia quanto as de Alpiste brotaram muito bem depois de apenas cem dias. O Espinafre germinou bem após 120 dias. Sementes de Cebola, Abóbora, Beterraba, Armoles e Batata, bem como uma semente de Ageratum mexicanum, germinaram após cem dias. Algumas sementes de Alface, Cenoura, Agrião e Rabanete, apesar de pouquíssimas, brotaram após 85 dias de imersão. É notável a maneira diferente como as variedades de uma mesma espécie suportam os efeitos nocivos da água salgada; assim, sementes de "Brócolis Branco Gigante" brotaram esplendidamente depois de 11 dias, mas foram mortas pela imersão de 22 dias; a "Couve-Flor temporã" sobreviveu a esse período, mas morreu com 36 dias; o "Repolho de Cattell" sobreviveu aos 36 dias, mas morreu

com cinquenta dias; e agora disponho de uma semente de Repolho silvestre de Tenby que está crescendo com tamanho vigor, depois de cinqüenta dias, que tenho certeza de que sobreviverá a um período consideravelmente mais longo. Entretanto, a semente do repolho silvestre era nova, e alguns fatos me mostram que as sementes muito novas suportam melhor a água salgada que as sementes velhas, mesmo quando muito boas. Com respeito a um aspecto importante de minha comunicação anterior, do dia 26 de Maio, permitam-me os senhores dizer *peccavi*; por ter ouvido falar com freqüência de plantas e arbustos que eram vistos flutuando a uma certa distância da terra, presumi – e, ao fazê-lo, cometi um pecado científico – que as plantas com sementes ou frutos maduros flutuariam pelo menos durante algumas semanas. Sempre tive a intenção de fazer uma verificação disso, e agora a fiz, com um resultado lastimável, pois, tendo colocado na água salgada entre trinta e quarenta plantas herbáceas e ramos com sementes maduras de várias ordens, constatei que todos (com exceção do fruto das sempre-verdes) [30] afundam no intervalo de um mês, e a maioria em 14 dias. Por conseguinte, tanto quanto posso perceber, meus experimentos tem pouca ou nenhuma serventia (exceto talvez, como provas negativas) no que concerne à distribuição das plantas por meio da flutuação de suas sementes pelo mar. Será que alguns dos leitores dos senhores pode explicar-me uma frase de Lineu, que me foi assinalada pelo dr. Hooker, "Fundus maris semina non destruir"? Por que diz Lineu que o fundo do mar não destrói as sementes? As sementes frequentemente carregadas pela Corrente do Golfo até o litoral da Noruega, com o qual Lineu estava bem familiarizado, flutuam, como verifiquei recentemente. Será que ele imaginava que as sementes eram carregadas pelo fundo do oceano? Isso não parece provável, pelo fato de as correntes marinhas, ou pelo menos muitas delas, serem superficiais.

(DARWIN, Charles R. *Origens: cartas seletas de Charles Darwin (1822-1859)*. Editadas por Frederick Burkhardt. São Paulo: Editora UNESP, 2009, pp. 209-211).

[30] O texto é reproduzido tal como foi publicado no *Gardeners' Chronicle*; a palavra "*evergreens"* {sempre-verdes} foi impressa por engano, em vez da pretendida por C.D., "Euonymus".

ANEXO C – Orientações para o relatório

Disciplina: História e Filosofia da Ciência (B3HFC)

Prof. José Otávio Baldinato

Orientações para a elaboração do relatório

Não é necessário fazer capa, basta que a primeira página traga um cabeçalho identificando a turma, disciplina e os nomes dos alunos.

O início desta atividade se deu com a seguinte proposição, feita pela Professora Tatiana durante as aulas em que discutimos o trabalho de Charles Darwin:

- Elabore hipóteses para explicar a ocorrência de uma mesma espécie vegetal, em ambientes geográficos diferentes, separados por uma barreira geográfica. Por exemplo, dois continentes separados pelo mar.
- Proponha uma montagem experimental que ajude a dar sustentação para a defesa da(s) sua(s) hipóteses(s), com a realização e recursos disponíveis no laboratório do IFSP.

Considerando este ponto de partida, no seu relatório, responda às seguintes questões:

1. Quais hipóteses foram elaboradas pelo seu grupo?
2. A proposta experimental do seu grupo foi factível? Se sim, comente como foi a realização do experimento. Se não, qual foi a alternativa adotada para a aula de laboratório?
3. Quais materiais foram utilizados e o que exatamente foi feito pelo grupo durante a primeira aula no laboratório?
4. As condições de execução dos experimentos foram adequadas para testar a hipótese do grupo, ou foi necessário fazer muitas simplificações no procedimento?
5. Quais resultados foram coletados na primeira aula? (Apresente os resultados do grupo de modo claro e organizado, dispondo-os em tabelas ou gráficos)
6. Por que foi necessário retornar ao laboratório cerca de um mês depois? O que o grupo fez nesse segundo dia? Qual era o objetivo dessa segunda parte da atividade?
7. Qual era a expectativa do grupo sobre os resultados dessa segunda parte?
8. Como foram monitorados os resultados da segunda parte da atividade? Quais foram esses resultados?
9. Como o grupo interpreta os resultados finais coletados? Eles são coerentes com o que se esperava? Há justificativas para as diferenças? Algo pode ter dado errado? O que poderia ser modificado para melhorar os procedimentos realizados nesta atividade?

ANEXO D – Entrevista com o professor formador (transcrição)

Entrevista realizada no dia 19 de dezembro de 2016.

Entrevistadora: Tatiana Tavares da Silva

T: Bom dia, professor!
P4: Bom dia!
T: É... então na nossa entrevista... nesse roteiro... ele foi dividido em três partes,né? Na primeira parte, identificação. É... a segunda parte, informações sobre a sua formação inicial... e a terceira parte sobre a docência em História da Ciência.
T: É... qual o seu nome... completo?
P4: Eu sou o José Otávio Baldinato.
T: É... qual a idade?
P4: Tenho trinta e três.
T: A naturalidade?
P4: Eu sou da cidade de Carapicuíba, aqui em São Paulo.
T: Certo
T: É... Qual a instituição de ensino que se deu a formação inicial?
P4: Eu fiz a graduação na USP, daqui do campus Butantã, em São Paulo.
T: Certo
P4: E eu fiz o curso de... você entra no bacharel em Química e a licenciatura era opcional.
T: Certo
T: É... por que optou estudar... nesta instituição?
P4: Pra mim era uma questão... na época, era a única opção que eu via como possível... né?... Eu sempre trabalhei junto dos estudos, fiz colégio técnico pra isso e tal.
T: Uhum
P4: Então, faculdade particular era... um impeditivo financeiro pra eu cursar. E a necessidade de viajar ou de morar em outra cidade, pra mim estava descartado. Então, ou eu ia estudar na USP ou eu ia adiar a graduação.
T: Certo
T: Então, o nome do curso seria... é... bacharelado e... licen...
P4: Bacharelado e licenciatura em Química.
T: Certo
T: Qual foi o ano de obtenção do título?
P4: Eu entrei em 2002 e aí, concluí as disciplinas em 2005. O ano de formatura, deve ser: 2006. A colação de grau deve ter sido: 2006.
T: Certo
P4: Foram quatro anos, naquele curso de... período... diurno...
T: Uhum
P4: Que é assim... as aulas são concentradas no período da manhã e tinha aulas de laboratório, duas ou três tardes por semana.
T: Certo
T: É... era licenciatura plena ou curta?
P4: Licenciatura plena.
T: Plena.
T: É... qual foi o período?... é... o período de realização do curso foi... integral,né?
P4: Isso. É... eles chamavam de diurno.
T: Diurno
P4: Porque não tinha aula todas as tardes. Mas na média, a gente tava ali. Biblioteca,clube.

T: Certo.
P4: Passava o dia todo, em função da faculdade. As aulas concentradas de manhã. E laboratórios... ou poucas disciplinas, no período da tarde.
T: Certo
T: Então... é... durante a sua formação, você cursou disciplinas, né? De História da Ciência...
P4: Cursei uma.
T: Certo
P4: Que eu me lembre... cursei uma disciplina que foi na faculdade de História... com o professor Shozo Motoyama.
T: Certo
T; É... como que foi ... essa ... essa disciplina...?
P4: Então, é... acho que a gente pode contar que... da carga... da carga horária prevista pra essa disciplina, eu devo ter cumprido a metade...
T: Certo
P4: Mas por uma questão, da organização da própria disciplina. É... eu me lembro que era uma disciplina do período da manhã, lá da faculdade de História. A aula era prevista pra começar às oito da manhã. E ia das oito ao meio dia. Mas o professor, invariavelmente, chegava às dez, dez e meia.
T: Certo
P4: E ele comentava que fazia observações astronômicas sempre, na noite anterior. E aí, em função de disso, não conseguia chegar no horário da disciplina.
T: Uhum
P4: É... e eu me lembro. em relação ao conteúdo da disciplina, pra mim ela foi útil pra saber da existência de um livro, em particular, que é aquele: Prelúdio pra uma História, que narra episódios da História da Ciência no Brasil. E tem uma... um viés historiográfico, que é do próprio Shozo Motoyama.
T: Uhum
P4: E... que eu me lembre, a condução das aulas eram basicamente: os grupos... cada grupo de alunos tinha um dos capítulos desse livro pra estudar...
T: Uhum
P4: E na aula, ia fazer apresentação do seminário, que o professor complementava com a visão dele.
T: Uhum
P4: Então, que eu me lembre do curso de História da Ciência que eu tive, foi isso. Não era um curso... particularmente preocupado com a formação de professores.
T: Uhum
P4: Porque, eu me lembro que ele era previsto na grade do bacharel em Química.
T: Certo.
P4: Então, não eram só alunos... do curso de licenciatura que estavam ali...
T: Uhum
P4: E... também as... as discussões...as condu... a condução da disciplina não era voltada... pro papel que a História da Ciência poderia ter no ensino. Não tinha esse viés.
T: Certo. E foi cursado né... no quarto ano,né? No segundo semestre do quarto ano...
P4: Segundo semestre do quarto ano? Foi em 2005?
T: 2005
P4: Ah, eu achava... eu achava que tinha sido em 2004.
T: Certo. É...
P4: Esse já foi o meu último ano de curso, então.
T: Foi o último ano
P4: Uhum

T: É... e do mestrado? das disciplinas...
P4: É...se a nossa intenção é correlacionar... o contato que eu tive com a História da Ciência na graduação...
T: Uhum
P4: ... com a minha atuação hoje...
T: Uhum
P4:...enquanto professor de História das Ciências, na faculdade, eu tenho que admitir que essa formação inicial me afetou muito pouco.
T: Certo
P4: Não guardo... metodologias de trabalho. Não guardo, questões de reflexão, que tenham vindo dessa disciplina... não. Na pós-graduação, aí já é bem diferente. O meu contato... com a História da Ciência começou a se aprofundar, ainda no final da graduação, mas não em função dessa disciplina.
T: Uhum
P4: Em função de uma outra. Eu acredito que tenha sido Instrumentação para o ensino de Química, Prática de ensino de Química, alguma dessas, que os professores foram: a Carmen Fernandez e o Paulo Porto.
T: Uhum
P4: E nessa disciplina do último ano, é que aí eu fui ter contato, com um pesquisador da área de História da Ciência, que foi o Paulo Porto.
T: Uhum
P4: E... eu me lembro, que não era o viés da disciplina, mas o conhecimento sobre História da Ciência, claramente afetava o discurso do Paulo, nas aulas.
T: Uhum
P4: Ele... o tipo de exemplo que ele buscava, o tipo de reflexão que ele propunha pra turma... isso me agradava bastante.
T: Uhum
P4: E ele, de alguma maneira, percebeu esse meu interesse ao longo dessa disciplina na graduação e me convidou pra fazer o mestrado, puxando uma temática em História da Ciência, com uma interface com o ensino. E aí, em função desse contato com o Paulo, que se deu no final da graduação, é que eu fui fazer o mestrado, doutorado nessa área,né? No mestrado, aí sim, eu cursei uma disciplina de História da Química, com ele... não me lembro em qual semestre.
T: Uhum (não entendi)
P4: E essa disciplina de História da Química... sim... afetou bastante o modo como eu trabalho hoje. Porque ali... é...discussões sobre vieses historiográficos, discussões sobre... é... natureza da ciência, discussões a respeito das contribuições que a História da Ciência pode ter no ensino e na aprendizagem de Ciências... Eram mais explícitas...
T: Uhum
P4: Elas eram, de fato, o foco da disciplina.
T: Uhum
P4: Essas me afetaram... essas ainda... provavelmente, algumas das referências que eu... proponho no meu curso de História da Ciência, ainda vem daí.
T: Certo
P4: No mestrado eu lembro que eu cursei essa disciplina de História da Ciência. No doutorado, eu cursei uma disciplina de Epistemologia, com o Michel Paty.
T: Uhum
P4: Agora eu não me lembro se eu tava como aluno especial ou se eu tava matriculado. Acho que eu tava matriculado.
Pesquisadora mostra o histórico do doutorado

P4: Isso! Perspectivas epistemológicas e filosóficas do conhecimento científico.
T: Uhum
P4: Essa foi uma disciplina... mais ou menos... em caráter especial, porque o Michel Paty frequenta o Brasil, com razoável frequência,né? Mas ele veio e ofereceu essa disciplina, que foi no Instituto de Estudos Energéticos, o IEE, lá na USP.
T: Uhum
P4: E aí eu soube, fui, me matriculei na disciplina. Também foi bem legal. Aí... reflexões de caráter mais filosófico...
T: Uhum
P4: ... que também afeta o meu trabalho hoje.
T: Legal
P4: Então eu posso dizer que o...o... os efeitos da pós-graduação são muito mais influentes na maneira como eu organizo o meu trabalho hoje.
T: Certo
T: No mestrado, eu vi que você também cursou a Filosofia da Ciência,né? Filosofia da Física, na FFLCH? (não entendi)
P4: Não foi uma disciplina do Maurício Pietrocola... que era...?
T: Aqui ó
Pesquisadora mostra o histórico
P4: Eu não lembro o nome da disciplina. Eu lembro da disciplina dele... que inclusive eu cursei com o Breno... que era... que hoje é professor da UFABC. E a gente fez um trabalho que virou artigo. Foi bem legal!
P4: Hãmmm... ah não... essa daqui consta que a pré-matrícula foi recusada
T: Ah
P4: Eu não cheguei a cursar essa. Eu declarei interesse...
T: Ah, entendi
P4: Mas aí, antes da formalização das matrículas, não sei se a disciplina foi cancelada ou se eu optei por fazer outra coisa. Mas aqui consta que não foi cursada, não.
T: Ah, (entendi. não tinha visto)
P4: As que foram cursadas são essas que tem o registro: concluída.
T: Aham
P4: Aqui com o dado de frequência.
T: Entendi
P4: Essa não. Eu me lembro dessa daqui: Fundamentos das ciências experimentais e implicações pro ensino e aprendizagem, que tinha um viés bastante filosófico...
T: Uhum
P4: ... que foi cursada com o professor Maurício Pietrocola
T: Ah sim
P4: Na Faculdade de Educação.
T: Uhum
P4: É... é essa que eu cursei com o Breno. Eu me lembro que o...eram oito ou nove temas...
T: Uhum
P4: ... um desses temas... acho que um desses temas caía na temática da pseudo-ciência. Da distinção entre ciência e pseudo-ciência, e aí entra filósofos da ciência. É... a valoração que se atribui pra diferentes epistemologias e tal... e eu me lembro que eu apresentei um seminário com o Breno Moura, em que nós discutíamos um texto do Douglas Allchin, que falava de pseudo-história e pseudo-ciência...
T: Uhum
P4: ... e era uma controvérsia que ele teve com um outro autor da área da Biologia, e o episódio histórico era o do Harvey. Com a história da...do... movimento circulatório,né?

T: Uhum
P4:... do fluxo sanguíneo e a descoberta ou a proposição dos capilares. Que existe uma versão comum que não é condizente... que ela é muito racional mas não é coerente com a progressão dos fatos,né? Pelos registros históricos. E aí o Allchin entrava numa controvérsia com outro autor. Eu acho que era Lawson ou Lawrence -Laurence...
T: Uhum
P4: ... não teho certeza. E eu aprofundei isso com o Breno. Foi bem legal! Essa disciplina do Pietrocola também... propunha uma série de reflexões... que hoje eu tento transformar em exercício com os alunos daqui da graduação.
T: Uhum
P4: Primeiro que a postura do Pietrocola é muito legal. Mas eu... eu...eu já discuti isso várias vezes com o Paulo Porto, não sei se foge muito do...dessa ideia da entrevista.
T: Não
P4: Eu já discuti várias vezes com o Paulo Porto...
T: Aham
P4: ... que eu tenho uma dificuldade muito grande de questionar... de... é... de entrar numa discussão com o professor Pietrocola. Que ele é um cara que eu admiro muito.
T: Uhum
P4: O problema é que ele tem a capacidade de conduzir a metade de uma aula, defendendo um posicionamento. Eu lembro, que na época tinha aqueles...aquele artigo do Stephen Brush que dizia que se a História da Ciência deveria ser proibida,né?
T: Uhum
P4:...na formação... na formação básica. Porque ela prestava um desserviço... tirando a credibilidade da ciência... colocando a ciência como algo mais questionável e tal. E que o... isso fazia mal pro desenvolvimento da própria ciência.
T: Aham
P4: É claro que ele tava sendo irônico nesse sentido. Mas o Pietrocola, conseguia colocar esse tipo de argumento, defendendo durante a primeira metade da aula, dizendo que sim: a História da Ciência deveria ser proibida. Porque se a gente colocar na balança, é, traz mais prejuízo do que benefício... pro aprendizado da ciência. Relativiza as coisas demais...
T: Uhum
P4: é..tira a crença do aluno. E ele defendia com unhas e dentes que sim, deveria ser proibido. Aí na segunda... a gente fazia um café... saía pra conversar... na segunda metade da aula, ele voltava e girava uma chavinha que encarnava o personagem contrário.
Risos da pesquisadora
P4: E aí ele ia defender que não, que História da Ciência é essencial... porque ela tem um componente de formação humana, que ela agrega valores... que ela agrega uma série de habilidades... e reflexões que são fundamentais...
T: Uhum
P4: ... no aprendizado de Ciência. E ele conseguia ser igualmente convincente. Defendendo um ponto de vista ou o outro. E claro que no final da aula, ele não dava o ponto de vista dele.
Risos da pesquisadora
P4: Então, ficava pra cada aluno, formar a sua própria opinião e pesquisar um pouco mais a respeito. Ele era... espetacular. Eu ainda não consigo... fazer isso. Eu quero propor a reflexão pros meus alunos, mas eu percebo que eu ainda contamino o discurso...
risos da pesquisadora
P4: ... puxando pra um lado ou pro outro. Colocando pra os meus alunos... é questão de experiência. Vai melhorar...
T: Aham

P4: Então, apesar de não ser uma disciplina que tenha no título, né... História ou Filosofia da Ciência, ela tinha um viés filosófico bem interessante.
T: Legal
T: O... o... dessa forma... dessa disciplina que você fez também na graduação, com o Paulo, ele trabalhava então diversos aspectos da História da Ciência...? Como...Como que era?
P4: Hummm
T: Tinha... tinha essa coi... essa preocupação, né com o ensino?
P4: É... eu não me lembro em particular... dos temas...
T: Aham
P4:... que foram discutidos. Mas por exemplo, fazia parte a análise de livro didático.
T: Entendi
P4: E na análise de livro didático, tem alguns detalhes que você pode olhar com mais atenção... e outros não, Por exemplo, uma coisa é você questionar, se os experimentos são realizáveis,né? Se o tipo de material que está sendo proposto pra condução daquele experimento...
T: Uhum
P4: É... é acessível. Se os experimentos estão igualmente distribuídos ao longo de todos os capítulos... e são vieses de análise. Outra coisa, é você chamar a atenção pro fato, do experimento, estar sendo usado com viés de confirmação de teorias.
T: Uhum
P4: Né? Ou se o experimento está sendo apresentado como algo isento. Cujo resultado, só admite uma linha de interpretação.
T: Uhum
P4: Você pode perfeitamente analisar os experimentos que estão propostos no livro, sem chamar a atenção pra esse detalhe. Mas ele fazia questão.
T: Uhum
P4: E aí, esse tipo... de discussão, me interessava. Por exemplo, eu acho que até então, eu nunca tinha pensado, que um experimento não é capaz de provar, de determinar que uma teoria é verdadeira. De que aquela afirmação é verdadeira sobre o mundo.
T: Uhum
P4: Ou que... o experimento... na visão de um determiando filósofo, é visto como uma encarnação da teoria, né? Quando se planeja uma montagem experimental, você planeja esperando um resultado. Então, já tem algo que foi elaborado antes.
P4: Se não chamarem a sua atenção, pra essa possibilidade em algum momento da formação inicial, eu acho que a maior parte dos alunos não vai pensar a respeito. Eu, provavelmente, não iria. E aí, chamarem a minha atenção pra isso... foi legal. Acabou abrindo portas pra um caminho de pós-graduação.
T: Uhum
T: Legal. É...
P4: Eu acredito muito que o... esse conhecimento em História da Ciência, ele... a gente não precisa... tanto... o que eu vou defender agora é meio controverso...
Risos da pesquisadora
P4: Tem muitas linhas diferentes hoje, que defendem os usos da História da Ciência no ensino. Eu acho que a gente passou uma fase importante, que é questionar se a História da Ciência é importante ou não. Essa fase tá superada. Sim! A História da Ciência tem contribuições. A gente admite que ela é... útil. Ela é importante, ela é necessária. A gente já tá num outro patamar, que é discutir então, como que se leva a História da Ciência pro ensino? Como que ela pode ser bem utilizada, pra de fato contribuir... pra esses objetivos educacionais que nós temos, que os parâmetros... curriculares nacionais apontam e tal.
P4: É... nesse " como contribuir?", eu acho que tem diferentes linhas de atuação, do historiador da ciência, do pesquisador.

T: Uhum
P4: Um passo necessário é: precisamos ter bons estudos de caso produzidos em português, acessíveis pra professores.
T: Uhum
P4: Fontes confiáveis e... de alguma maneira didatizadas, que não sejam escritos para outros historiadores. A gente precisa de textos históricos...bem feitos, dirigidos ao professor. Que apontem algumas reflexões. Eu acho que esses textos não precisam, necessariamente, ser transformados em sequências didáticas. Essa é uma outra linha de atuação.
T: Uhum
P4: Produzir sequências de aula, produzir sequências de aula que tenham uma inspiração histórica, que se utilizem de material histórico... essa é uma outra contribuição.
T: Uhum
P4: É... os estudos de caso, os textos, eu entendo que vão ajudar no aumento da cultura geral do professor. Seja ele o professor em formação, seja o que já tá na prática.
T: Uhum
P4: Ler um texto histórico, estimula o professor a refletir a respeito daquela ciência que ele ensina. E por exemplo, ler vários estudos de caso, discutir algumas questões com outras pessoas interessadas em História da Ciência, pode ajudar o professor, por exemplo, a moderar o seu discurso. Moderar a maneira como ele fala sobre ciência na aula.
T: Uhum
P4: Do tipo, não dizer que, entre Aristóteles e Dalton, o... a ciência... o desenvolvimento científico permaneceu morto. Ou o pensamento atomista permanceu enterrado e foi ressuscitado com o Dalton.
T: Uhum
P4: Se o cara não souber que isso é falso, é mais fácil dele propagar essa inverdade. Então, ter conhecimento de eventos históricos, ajuda a repensar o seu próprio discurso. Não dizer, por exemplo, que a síntese d eum determinado composto destruiu a teoria do vitalismo e deu origem à Química orgânica.
T: Uhum
P4: É... reconhecer que o... que o termo cientista não cabe em qualquer momento da História. É... reconhecer que um experimento não prova ou desprova nada.
T: Uhum
P4: Reconhecer que, às vezes, ciência tem mais a ver com convencer pessoas do que produzir verdades sobre o mundo. Entender o papel do que que é essa tal comunidade cienífica? Como é que se produz ciência?
T: Uhum
P4: Ou, a reflexão histórica, aumenta a cultura geral do professor, no sentido de chamar a atenção pra esses temas. E eu acho que isso ajuda a moderar o discurso do professor, independente de qual seja o tema de estudo que ele tem pra trabalhar nas aulas.

T: Uhum
P4: Então, isso já afeta a sala de aula. Outra frente mais direta, mais linha de frente mesmo, é essa de estratégias didáticas. Vamos levar uma aula em que os alunos vão assistir um vídeo. Vamos levar uma aula em que nós vamos reproduzir um experimento. Vamos levar uma aula em que vai ser lido tal texto histórico ... com objetivos específicos, com uma temática mais fechada.
T: Uhum
P4: Particularmente, eu me divirto mais, nesse primeiro canto que é de ampliar a cultura geral do professor.
T: Certo

P4: Mas, cada vez mais... participando de congressos, vendo outros trabalhos... como o seu... trabalho do mestrado... é... eu vou me convencendo cada vez mais, de que é necessário também, na formação do professor, essa experiência prática. Manipular o material, levar o material pra sala de aula, fazer testes, coletar dados, discutir esses dados com os alunos. Vou , me convencendo, cada vez mais, que não é só uma questão de cultura geral, é preciso também mos... dar sugestões de como fazer.
T: Acho que seria, de alguma forma, chamar a atenção do professor.
P4: Sim
T: Pra essa perspectiva,né?
P4: Sim.
T: Pra essa perspectiva histórica.
P4: É... eu acredito que sim. O... nesse último congresso, que nós fomos lá, da SBHC, em Florianópolis.... me chamou a atenção, hummm...a repe... não a repetitividade, a diversidade de trabalhos que tratam da tal História do tempo presente, né? Que tão falando de... abordagens históricas, leituras históricas de episódios muito recentes.
T: Uhum
P4: Então, por exemplo, o desastre de Mariana... é... o caso do Zika vírus ou a fosfetalonamina... é... episódios muito recentes que já podem ser analisados com viés histórico e que podem... estimular reflexões a respeito da... do processo de construção, do... das influências que estão no entorno da ciência... do profissionalismo do cientista e tal. Aí, eu fiquei... eu fiquei pensando durante o congresso, como que isso está aproximando a História da Ciência do tal do CTS.
T: Uhum
P4: Porque essas questões, são abordadas como questões sócio-científicas, mas que permitem uma leitura histórica, né?
T: Uhum
P4: Pela proximidade temporal. E... talvez esse seja um caminho interessante... a gente valorizar essa aproximação da História da Ciência, com as questões de Ciência-tecnologia-sociedade e ambiente, por meios das questões sócio-científicas. Talvez tenha um caminho se delineando aí.
T: Uhum
P4: Eu não vi isso ser colocado assim de maneira explícita, esse vínculo lá no congresso, mas me pareceu que tava implícito em muitos trabalhos.
T: Essa... essa relação, né? Esse vínculo?
P4: É. O lançador de foguetes lá da base de Alcântara, que explodiu.
T: Aham
P4: Episódios de ciência nacional...
T: Uhum
P4: É... Essas coisas chamaram a minha atenção nesse último congresso.
T: Legal. Bem interessante mesmo. É... é como... como é uma área que tá, né se desenvolvendo... ainda tem...
P4: É... ainda tem pouca gente fazendo isso, no Brasil. O... teve uma outra mesa redonda que discutia a necessidade da gente internacionalizar as pesquisas. Eu acho que, s e agente está discutindo produção de conhecimento histórico, para historiadores, para a comunidade acadâmica, sim, temos que concordar. Nossa pesquisa vai ter mais impacto se a gente torná-la internacional, publicar em outras línguas. Mas pra alcançar o professor, não.
T: Uhum
P4: Pra alcançar o professor, a gente precisa escrever em português, a gente ainda precisa traduzir muito material. Traduzir fontes originais, discutir, propor análises dessas fontes. É... pra alcançar o professor, a gente não pode olhar tanto...
T: Uhum. É produzir um material acessível também...
P4: Exato! Isso ainda tem uma carência grande. Tem pouca gente fazendo isso.

T: Certo
T: É... sobre... é...a docência em História da Ciência, o nome da instituição de ensino superior?
P4: Aqui é o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. A gente chama de Instituto Federal de São Paulo: IFSP.
T: Certo
P4: Tem várias...
T: qual?
P4: desculpa
T: pode...
P4: Tem vários campi desse instituto. Eu acho que hoje já são mais do que trinta, espalhados em São Paulo. A gente tá no campus, que é o mais antigo, que é o do... de São Paulo.
T: Uhum
T: É... qual o regime de trabalho?
P4: O regime de trabalho é o de dedicação exclusiva.
T: Dedicação exclusiva?
P4: É. Então são quarenta horas... e tem esse... essa (não entendi) de não ter outros vínculos.
T: E quais... é...qual... quais as disciplinas leciona e há quanto tempo leciona essas disciplinas?
P4: Tá. O Instituto Federal foi criado por uma lei em 2008.
T: Certo
P4: Antes, esse prédio já existia. Ele era o colégio, escola técnica federal,né? O CEFET, colégio federal.
T: Uhum
P4: E... em 2008, com essa lei que transformou as escolas federais em insitutos federais, foi estabelecido uma distribuição do número de vagas. Então, 50% das vagas continuariam pro ensino técnico, de nível médio, de nível básico.
T: Uhum
P4: E 20% das vagas deveriam ser destinadas pra cursos de licenciatura, preferencialmente, nas áreas de Ciências. Então, dois... antes disso, já existia a licenciatura em Física.
T: Uhum
P4: Acho que desde 2002. Mas em 2008, foi criada a licenciatura em Química, Biologia... Geografia, depois disso veio a licenciatura em Letras. Tem vários cursos de licenciatura aqui. Matemática também é de 2008.
T: Uhum
P4: É... então em 2008, foram criados esses... muitos cursos de licenciatura. A partir de 2010, essas primeiras turmas começaram a entrarno terceiro ano, na segunda metade do curso. E na segunda metade do curso, tinha que começar estágio supervisionado, uma série de disciplinas de caráter mais pedagógico, que a equipe, que fez parte da implantação em 2008, não tava à vontade pra oferecer, não tava formada pra oferecer. Então, em 2009, teve um concurso grande, pra contratações que seriam (oferecidas) em 2010. Eu entrei em agosto de 2010. A minha vaga, especificamente, foi a única que abriram pra candidatos com pós-graduação em ensino de química. E aí, eu fui contratado pra trabalhar nessas disciplinas, de Prática de ensino de Química, Instrumentação pro ensino de Ciências, História e Filosofia da Ciência. É... Metodologia do trabalho científico... e são essas disciplinas que eu assumi desde então.
T: Uhum
P4: Então, no caso da História da Ciência, eu assumi pela primeira vez, no segundo semestre de 2010. Eu acho que essa foi a quarta turma, que teve a disciplina. E, desde então, sou eu o professor. Eu fiquei afastado por um ano, em 2015, pra concluir o doutorado, mas voltei já. Fizeram questão de me devolver a disciplina.
T: Uhum

P4: É... voltei a ministrar a disciplina nesse ano, normalmente. Tanto pra licenciatura em Química, quanto pra Biologia. E fora a História... aqui chama História e Filosofia da Ciência. É uma disciplina que acontece no terceiro semestre do curso.
T: Uhum
P4: Fora essa, eu também ministro Metodologia do trabalho científico, pra quem começa o TCC. É... Práticas de ensino de Ciências e Instrumentação para o ensino de Ciências. E...agora, de um ano pra cá, eu tô me aproximando das tecnologias da informação, no ensino. Era uma disciplina que tava meio abandonada, não tinha uma aderência efetiva de professores e eu achei que podia contribuir ali e tô me aproximando.
T: Legal
T: É... então.. como acho que você já falou, né?... as disciplinas que envolvem História da Ciência são oferecidas, então no terceiro período...
P4: No terceiro semestre. Nessas duas licenciaturas que eu trabalho, sim.
T: E é... obrigatória, né?
P4: São Obrigatórias. Fazem parte da grade.
T: Obrigatória.
T: E... da licenciatura. E a carga horária, você me disse que mudou,né?
P4: Isso. A carga horária mudou. O... inicialmente eram quatro aulas semanais, que vai totalizar acho que 57 ou 58 horas, no semestre.
T: Uhum
P4: Aqui a gente faz a conta assim:
T: Cinquenta e sete
P4: ... cada aula tem 45 minutos. Então, quatro aulas dá três horas semanais. E a gente... prevê semestres com 19 semanas.
T: Uhum
P4: Então, é essa conta que a gente, multiplica. O... na licenciatura em Química continua assim, a ementa da grade atual, fui eu que escrevi, dessa disciplina. E ela tá prevista pra um curso de quatro aulas semanais, abordando tópicos de História e de Filosofia da Ciência. Na última reformulação do curso de Biologia, Ciências Biológicas... ela ocorreu ao longo do ano de 2015, que eu tava afastado e aí não tinha ninguém lá no colegiado pra defender a História da Ciência. A disciplina foi reduzida pela metade, a carga horária, então na grade atual, do curso de Ciências Biológicas, a ementa foi preservada a mesma, mas a carga horária foi reduzida pela metade. Então, agora tem 28 horas e meia,né? Duas aulas por semana. A primeira turma que vai ter essa disciplina, acontece no próximo semestre. Eu ainda tô reformulando o curso, pra caber. Vai ser meu trabalho de férias.
T: Certo (risos)
T: É... então, como que será então essa disciplina em relação ao programa, estratégias de ensino...
P4: Tá... agora seu interesse está especificamente na licenciatura em Biologia?
T: Isso. Na licenciatura em Biologia.
P4: Tá... é... eu... ainda não consigo te responder inteiramente essa questão.
T: Certo...Aham
P4: Mas provavelmente, isso vai afetar a seleção dos estudos de caso, que eu tendo a trazer pro curso. Vários eu vou ter que estudar agora, no período de férias,né? Produzir novas apresentações e tal. Porque, por exemplo, eu gosto de começar esse curso de História da Ciência, apresentando dois ou três episódios históricos. Eu tenho três prontos, que são baseados em literatura... já produzido por historiadores da ciência brasileiro, de destaque, como são Roberto Martins, a Lilian Martins. E... nesse conjunto das primeiras aulas, eu tenho prontas: um estudo de caso sobre o Lavoisier, um sobre o Pasteur e outro sobre o Becquerel.
T: Uhum

P4: Que são, com base nos artigos produzidos pelo Roberto Martins, pela Lilian Martins e pelo Paulo Vidal.
T: Uhum
P4: E... eu gosto de apresentar esses três, porque os alunos reconhecem como claramente, um episódio de Química, um de Biologia e um de Física.
T: Uhum
P4: Só que, os três episódios são apresentados pra chamar a atenção, pra aspectos contextuais, né? Os três se colocam... o do Lavoisier um pouquinho antes... mas os outros dois se colocam em... em períodos... do... ao longo do século XIX. Daí a gente pode dizer que tem um no final do XVIII, um ali no... década de 1860,né? Que é o do Pasteur... e mais que... o episódio começa a ser narrado um pouco antes e outro no final do XIX, com o Becquerel. E...a ideia de apresentar esses estudos de caso é chamar a atenção pra questões contextuais. Então, por exemplo, no do Lavoisier, fica bem marcado quando a gente faz uma análise das ilustrações usadas em diferentes livros, pra caracterizar o Lavoisier, a gente encontrou uma imagem lá que tem um photoshop. O original é uma pintura do (Jacque Louis Davi), que tá o Lavoisier sentado olhando pra esposa, que tá do lado. E no... em vários livros didáticos, é o mesmo enquadramento do Lavoisier. É o mesmo ângulo, é a mesma pose dele, só que a esposa foi retirada da imagem. Então, algo a se refletir, já tem ali. Tem algumas que são inclusive, é... tratamentos ...pobres da imagem. Dá pra ver o vulto da esposa se você aumentar o brilho ali da imagem e tal.
T: Uhum
P4: Então, questão de gênero. Qual teria sido o papel dela nas...? Se teve ou não teve contribuições, pro desenvolvimento do trabalho do Lavoisier? A gente questiona... o Lavoisier é conhecido pelo Princípio da conservação de massa.
T: Uhum
P4: Mas quais outras contribuições ele teve? E por que que a contribuição de massa é chamado de um princípio,né? Normalmente ela é apresentada como um resultado experimental, que é o (exato) oposto de um princípio. É... no caso do... Pasteur... apresenta... a gente apresenta a controvérsia do Pasteur com o Pouchet. Os alunos leem os artigos. Tem uma sequência de slides prontas pra gente discutir... é... qual que é o papel do experimento? Se o experimento tem a capacidade de provar alguma coisa ou não.
T: Uhum
P4: Se o pesquisador, ao longo da sua carreira, muda de opinião, ou se ele defende sempre a mesma verdade? Que tipo de influência ele pode receber, pra mudar de opinião? Qual que é o papel da tal comunidade científica, como uma estrutura que valida determinados... determinados... é... reclames de conhecimento e outros não? Será que essa comunidade científica pode ser considerada imparcial?
T: Uhum
P4: É... no caso do Becquerel, o que configura uma descoberta?
T: Uhum
P4: É... então, eu gosto de trabalhar com esses três casos. Isso normalmente se alonga por três semanas do curso, porque permite apresentar um viés, do que... de como a História da Ciência é produzida hoje. Que é por meio dessas imersões e estudos de caso. Análise de contextos e também, que tipo de contribuição ela pode trazer pro contexto do ensino. Já tentando amplar essa cultura geral do professor, questionar o modo como ele fala a respeito da ciência. Só que três semanas num curso com quatro aulas, né? Isso na redução pra duas aulas, talvez não caiba.
T: Uhum
P4: Então, uma das opções que eu pretendo tomar, é reduzir o número de estudos de caso, que não conversem direto com a Biologia.
T: Certo

P4: Normalmente, no livro didático de Biologia, você tem poucos episódios históricos que são narrados ali. Você tem o Mendel, o Darwin, o Pasteur... quem mais? Aparece no livro de Biologia?
T: O Spallanzani...
P4: Spallanzani, que normalmente é colocado no mesmo estudo de caso do Pasteur.
T: É
P4: Né? E que as vezes até puxa um gancho no final pra dizer, ah já que se eles... é... todos dependem de um... de uma ancestralidade... se todos vem por uma linha de descendência... de onde vieram os primeiros? Aí isso teria levado aos trabalhos do Darwin, que aí é outra distorção, né? Coisas que estavam ocorrendo em paralelo, a gente coloca como uma, na dependência da outra.
T: Uhum
P4: É... então, esses episódios são os mais habituais. Às vezes, aparece coisas sobre o Watson e o Crick, já com a estrutura do DNA, né? A Rosalind Franklin, às vezes, aparece.
P4: É... eu acho que nesse curso de Biologia resumido, pelo menos esses episódios históricos, os alunos precisam conhecer melhor, do que o que aparece no livro didático.
T: Uhum
P4: Porque vai existir uma demanda pra eles trabalharem com esses episódios. Se eles puderem, complementar, saber lidar... com a referência do livro didático, eu acho que já é uma contribuição da disciplina.
T: Uhum
P4: Mas... também...não sei se vai acabar se tornando um curso só de História da Ciência ou se a gente vai tentar manter uma reflexão sobre aspectos da Filosofia. O que que é indutivismo? O indutivismo é uma boa descrição da ciência ou não? Qual que é o papel dos experimentos? Se essas discussões, de caráter mais filosófico vão ficar, só na dependência dos estudos de caso ou se elas vão ser abordadas explicitamente como tema da aula? Se a gente vai ler textos de Filosofia da Ciência. Não tenho pronto ainda esse curso de duas aulas.
T: Entendi
P4: Também, no curso de quatro aulas, eu gostava de... ter um espaço pra que os alunos apresentem seminários. Eu tô pensando nesse de duas aulas, transformar os seminários, em vídeos-seminários. Em vez de ter o tempo de apresentação em aula, que eles gravem vídeos pra publicar no Youtube. E aí a gente monta um fórum. Pode ter uma parte on line da disciplina no moodle. Talvez a gente monte um fórum pra que eles próprios se avaliem, de acordo com alguns critérios que a gente vai construir. E aí eu tô trazendo influência das tecnologias da informação, né?
T: Uhum
P4: É... eu descobri há pouco tempo essa função do moodle, que é... ele chama de workshop. O aluno posta uma atividade e os colegas postam as notas. Eles avaliam e comentam. Talvez eu transforme os seminários, nessa ferramenta, pra que eles... pra economizar tempo da disciplina, pra que na disciplina a gente possa discutir mais leituras em comum e as leituras que foram específicas de um ou de outro grupo... sejam aproveitadas fora... fora do horário das aulas.
T: Uhum
P4: Acho que é... são algumas adaptações que eu vou fazer. Outra coisa é, bastante inspirado pela sua dissertação, mas já é uma demanda que eu colhi na avaliação de curso, outras vezes...
T: Uhum
P4: É... uso de experimentos históricos. Alguma coisa... deve aparecer. Pensei até em te convidar pra disciplina, pra que talvez seja o das sementes...
T: Uhum
P4:... com eles o...as... pra mim, o que interessa mais do que o experimento, é a discussão a respeito. É a leitura que ele permite da própria ciência. Mas isso tanto no da Biologia quanto

no da Química, eu pretendo trazer... alguma... alguma reprodução. Até, pelas discussões que você coloca lá, do Chang, de que a tentativa de reproduzir o experimento histórico, ajuda a se deparar com alguns dos problemas que o pesquisador teve. Então, isso ajuda, a no mínimo, ampliar o interesse por estudar aquele período.
T: Uhum
P4: Por estudar o contexto, por estudar a fala do próprio pesquisador. Atribuir mais significado pro texto histórico que eles vão ler.
T: Uhum
P4: Então, eu quero experimentar isso, nesse semestre. Vamos ver, se vai caber em duas aulas.
T: Legal. E como era feita a... a avaliação do curso anterior?
P4: Avaliação?
T: Como era a dinâmica, assim do curso? de?
P4: Na prática é assim... é... (silêncio por alguns momentos). O curso de História da Ciência, na graduação, como eu falei a respeito de qual foi... de qual foi o impacto dele na minha formação e "poxa, vou ser professor de História da Ciência no futuro", o impacto desse curso foi quase zero.
T: Uhum
P4: ... do que eu tive na graduação. Então, eu tenho objetivos modestos.
(risos da pesquisadora)
P4: A ideia é plantar uma sementinha.
T: Certo
P4: O contato com a História da Ciência, depende de muita leitura. Se o aluno não se dispuser, a manter esse hábito de leitura, se ele não se interessar, não enxergar um interesse, que vai se prolongar ao longo da formação dele ou ao longo da carreira dele. Como o interesse é pessoal, se isso não acontecer, o impacto do curso vai ser muito pequeno. Então, no curso de História da Ciência, primeiro: eles tem que ler muito. Toda semana, de uma semana, assim, de uma aula pra outra, tem sempre, pelo menos, dois textos pra serem lidos.
T: Aham
P4: Esses textos vão ser discutidos em sala de aula, muitos deles vão ser interpretados em conjunto. E a ideia é buscar textos atrativos, que de fato... questionem o olhar atual deles pra Ciência.
T: Uhum
P4: Tá...é... em função dessas leituras, eu percebi que a coisa funciona melhor, quando eles tem um roteiro de leitura. Que são algumas perguntas pra dirigir o olhar ao longo do texto. Algumas são bem simples. (não entendi) localizar uma informação no texto.
T: Uhum
P4: Outras: interpretar algo. Outras: aprofundar um pouquinho determinada pesquisa. Olha, na página tal, esse texto mencional tal autor ou tal teoria. Faça uma rápida pesquisa a respeito dessa teoria e traga um exemplo de aplicação, pra gente discutir na sala de aula. Eu percebi que esses roteiros de leitura, contribuem bastante para a discussão... melhorar na hora da aula. E a gente aproveita melhor a aula, fazendo o debate dos textos. E aí, eu faço assim.
P4: Eu não tô muito preocupado com a nota que eles vão ter. Na prática, se o aluno que leu o texto e entrega os roteiros, vai ser aprovado... na disciplina. Ele precisa se esforçar muito pra ser reprovado.
T: Uhum
P4: Então, eu procuro, primeiro: tem os roteiros de leitura que nós vamos discutir. Cada um desses roteiros, é corrigido de um jeito diferente, na aula. Então, eu proponho uma dinâmica de correção diferente e com isso, por ser um curso de licenciatura, eu já quero abrir, eu já abro um parênteses dentro da aula de História da Ciência, pra discutir critérios de avaliação com eles, Ou estratégias de avaliação.

T: Uhum
P4: Então, por exemplo, é... tem um roteiro de leitura, em que todos tem que trazer o seu texto pronto pra entregar, Mas eu só vou corrigir, a produção coletiva que ele fizerem na sala.
T: Uhum
P4: Então, o espaço da aula é usado pra que eles nomeiem um relator, que vai sentar lá no computador, que tá ligado no projetor. Todo mundo tem acesso às suas respostas, e aí, a gente vai discutir, cada uma das perguntas e o relator tem que produzir uma síntese...
T: Uhum
P4: ... do que eles vão discutindo. Os alunos vão meio que ditando, alguém propõe uma resposta, aí eu falo:" ó, quem acha que tem uma resposta mais completa que a dele?" "O que você colocou?" "quem colocou algo diferente?" "quem discorda disso aqui?" "como é que você vão convencer o relator, de qual que é a mais completa?". Eles produzem uma versão única, que fica pronta no fim daquela aula, eu corrijo aquela... e a nota é distribuída pra todo mundo.
T: Uhum
P4: Essa é uma dinâmica. Outra dinâmica é: eu recolho e redistribuo entre eles: um corrige o do colega.
T: Uhum
P4: Outra dinâmica é fazer... cada um agora vai fazer uma auto-avaliação. A gente vai discutir... as respostas... os alunos vão pensar a respeito do texto e você avalia... o quão completa está a sua resposta. Outra dinâmica é: a gente vai simplesmente discutir, pra que todo mundo tenha a oportunidade de complementar as próprias respostas. A data de entrega é um dia depois da aula.
T: Uhum
P4: E aí, você teve a oportunidade de ler, refletir sobre a sua resposta, discutir em grupo e depois você tem mais um dia pra entregar. Pra entregar uma resposta mais completa. Se você entregou... é...do mesmo jeito que tava... se você não aproveitou a oportunidade pra corrigir, é uma questão de foro íntimo.
T: Uhum
P4: Outra é: eu antecipo pra eles que vou fazer uma correção por amostragem. Tem lá. vinte alunos na turma, mas no dia eu vou sortear três, vou corrigir só daqueles três e a desses três, a nota... a média desses três vai ser a nota de todo mundo. O que eu quero com isso? E eu sou explícito nisso: eu quero que eles se preocupem um com o aprendizado do outro.
T: Uhum
P4: Olha, eu tô te avisando isso, quinze dias antes. Então, eu quero que vocês se reunam em grupo pra fazer junto, pra você garantir que a resposta do seu colega é tão boa quanto a sua.
T: Uhum
P4: E... pra que a resposta do seu colega possa te representar na hora. É... então, cada roteiro de leitura, tem uma meia dúzia, às vezes sete ou oito.
T: Uhum
P4: Cada roteiro de leitura é corrigido de um jeito diferente e eu tento discutir com eles quais são as vantagens, quais são as desvantagens, em que situação é útil essa estratégia de avaliação, em que situação não cabe essa estratégia.
T: Ah, legal.
P4: E assim, os roteiros de leitura valem mais da metade do curso. Fora isso, sempre fiz os seminários...
T: Uhum
P4: E... eu costumo negociar com as turmas, se eles fazem questão de avaliação ou não. Tem alguns alunos que no terceiro semestre do curso, ainda são muito apegados à prova. Eles acham que prova... é o instrumento que reflete o grau de aprendizado.
T: Hummm

P4: Eu discordo. Mas se eles valorizam muito isso, a gente faz uma prova, valendo pouco, lá no final. Nos últimos semestres, eles tem aberto mão.
T: Uhum
P4: E...então na prática, é isso. Se eles entregarem os roteiros de leitura, apresentarem os seminários, apresentarem as produções textuais, que às vezes eu peço, pra fazer uma pesquisa rápida, responder uma questão, coisas assim. Entregou as atividades, vai passar.
T: Uhum
P4: Fatalmente.
T: Ah, legal.
P4: Se faltou demais ou se não entregou as atividades, aí tem um exame, que é prova escrita. E não é pra passar mesmo.
(risos da pesquisadora)
P4: Porque aí, não fez o curso.
T: Uhum
P4: Porque ele não fez o curso.
T: Certo. É... qual o papel que você atribui pra essa disciplina na formação inicial, dos licenciandos?
P4: Essa disciplina, na formação deles, dos meus alunos?
T: Isso.
P4: Eu gosto dessa história de... formação cultural.
T: Uhum
P4: O professor tem que ter contato com diferentes olhares para a ciência e eu gosto de valorizar os argumentos que o Brush colocou no artigo, que era... que deveriam tornar a História da Ciência proibida. A História da Ciência vem pra relativizar... o... o... a força, a credibilidade, o grau de verdade dos argumentos científicos.
T: Uhum
P4: Eu gostaria que... eles preservassem esse senso crítico, ao longo das outras disciplinas científicas. Mas é uma crítica de todo professor, de História da Ciência. Já ouvi a Thaís Forato falando isso, abertamente, num seminário que ela foi apresentar, que... do mesmo jeito que a História da Ciência boicota a abordagem científica de uma disciplina de... sei lá... Ecologia. De uma disciplina de Genética, de uma disciplina de Bioquímica...
T: Uhum
P4: a Bioquímica também boicota a ciência que é apresentada na História da Ciência,né? Porque... são vieses de exatidão ou de relatividade... que o aluno vai ter que aprender a conviver.
T: Uhum
P4: Então, eu acho importante... eu acho que o papel da disciplina é apresentar essa possibilidade de você olhar pra ciência... com... uma perspectiva... menos realista.
T: Uhum
P4: Não que eu defenda o anti-realismo como a visão adequada pra ciência. Não! É que eu acho que, pequenas doses de anti-realismo são prudentes pra todo mundo que trabalha com ciência. Não acreditar, não se deixar acreditar e não propagar a ideia de que a gente produz verdades, por meio do experimento e que a gente comunica verdades por meio de um artigo.
T: Uhum
P4: Isso às vezes aparece lá no TCC. Às vezes, lá no final do curso, um aluno comenta: "Poxa, professor, olha, eu preciso de alguém pra substanciar tal afirmação. Eu preciso de um artigo, uma referência, pra que eu possa afirmar isso que eu quero afirmar". Mas aí, ele mesmo se questiona: " Mas, pô! Só porque eu li, só achei esse artigo, defendendo alguma coisa parecida. Só porque esse cara afirmou numa revista tal, é uma verdade?". "Posso... substanciar que isso aqui é conhecimento científico?". Se ele se propõe a esse grau de crítica, alguma contribuição teve, deu certo.

T: Uhum
P4: Tem a ver com essa cultura geral, conhecer a História da Ciência, é... poxa...é... é bonito! É culturalmente... agradável, né? Pra quem se interessa por ciência, seja qual for a especialização, né? Então, tem esse caráter de formação geral e tem esse compromisso de manter uma postura... mais crítica... pro que a gente chama de cientificamente comprovado. As contribuições que eu gostaria de dar são essas.
T: Legal. Tem. É... algum... é...das turmas,né? que já foram oferecidas... a disciplina... algum... algum projeto de iniciação científica ou TCC que derivou de História da Ciência?
P4: Tem. Tem. Isso é muito legal e muito angustiante.
(risos da pesquisadora)
P4: Porque o IF não é uma universidade,né?
T: Aham
P4: É uma instituição meio híbrida, meio miscigenada. Tem poucos professores aqui que trabalham com História da Ciência. Nas áreas de Química e Biologia, tem o Zé Otávio. Na Física, tem o Winston. Na Matemática, tem o Henrique, que está afastado... agora. Então, qualquer aluno, que por qualquer razão, decida que gosta de História da Ciência e que quer se aprofundar. Não importa qual seja a bagagem, não importa qual tenha sido o efeito que o curso gerou na formação dele. Ele quer se aprofundar. Aí ele vai procurar pelo Winston ou pelo Zé Otávio, pra fazer uma iniciação científica, pra fazer um TCC. E se eu já estou com outros oito, nove alunos e não dou conta de fazer mais essa orientação...
T: Aham
P4: ... é... é a chance do cara,né? A gente vai perder um adepto... potencialmente... a gente vai perder um interessado em História da Ciência. Então, vamos dar um jeito de orientar (assim)... de orientar essa pesquisa. Sim! Tem alunos que vem demonstrar esse interesse. A Arcenira, é um exemplo ótimo. Poxa, a Arcenira quis fazer o TCC dela, a iniciação científica dela na área de História da Ciência. A gente trabalhou com análise de História em livros didáticos. Se a gente for tomar os artigos como medida de produtividade, do TCC de graduação, ela tirou dois artigos,né? Química nova na escola e agora no congresso da SBHC, que foi bem legal. Fiquei bastante feliz e inclusive, levou uma parte da temática que ela desenvolveu aqui no TCC, se tornou o mestrado, que ela já qualificou, tá caminhando pra concluir.
P4: É... tem outros alunos vários...tanto na licenciatura em Biologia quanto na Química, que fizeram iniciação científica ou trabalho de conclusão de curso comigo.
T: Uhum
P4: E que depois foram fazer pós-graduação na área de Ciências ou que depois se tornaram professores e que alegam que tem algum papel,né? Então... é... pra mim é bastante gratificante nesse sentido. Algum impacto gera. Se alcança metade da turma, provavelmente não.
T: Uhum
P4: Mas aqueles que vão se propor a manter esse... essa prática de leituras. Sim, alguns resultados nós temos. Tem a Mariana Correia, tem o Henrique (Traesel)... é... tem o Bruno (Down), tem o Leonardo Correa, tem o Edson que vai começar o TCC comigo agora. Tem...
T: Uhum... legal
P4: Tem um (contingente) razoável. Pensando no número de formados que nós já tivemos, olha... parece ser significativo... quem se interessou.
T: Legal
T: É... qual a sua opinião sobre a utilização da História da Ciência na educação científica, da escola básica? Se você é favorável, qual seria a finalidade e como poderia ser desenvolvido? Como poderia ser feito?
P4: A utilização da História da Ciência, na linha de frente?
T: Isso.
P4: Lá na escola básica?

T: Lá na escola básica.
P4: Tá. É... os documentos oficiais que a gente tem, na média são muito bons.
T: Uhum
P4: É difícil fazer um casamento, do que pregam as diretrizes oficiais, né? dos parâmetros, do que pregam as diretrizes com o que é a formação dos professores e o que é a condição de trabalho do professor na educação básica.
T: Uhum
P4: Agora, você tem gente boa... gente bem formada, desenvolvendo bons trabalhos em vários ambientes.
T: Uhum
P4: ... contornando... dificuldades diversas. É...o papel da História da Ciência, eu acho que um papel essencial da História da Ciência é esse da moderação do discurso.
T: Uhum
P4: É esse do... colocar freios ou colocar filtros no modo como o professor se refere à Ciência.
T: Uhum
P4: Por exemplo, é... se um estudante da educação básica diz pro professor que ele quer ser publicitário ou que ele quer ser advogado. Que ele quer ser... é... empreendedor. Como é que ele faz? Normalmente a gente sabe dar indicativos, como é que você se insere numa carreira.
T: Uhum
P4: Agora, se ele pergunta pro professor... se ele diz "Professor, eu quero ser cientista. Como é que eu faço?" Essa... como se tornar cientista, é uma discussão... que... muitos professores não se fizeram,né? Os professores não se fizeram... é... não se propuseram a refletir a respeito disso. Inclusive o uso da palavra "cientista", é um negócio que ajuda a tornar uma profissão inacessível.
T: Uhum
P4: Né? O...Os cientistas atuais não se referem uns aos outros como cientistas. Na média eles se tratam por pesquisadores, eles se tratam por colegas... muitas vezes, por professores universitários,né?
T: Uhum
P4: Então, ter essa dimensão... do desmistificar o que que é o personagem científico, de qual é o papel da comunidade científica, do que que é uma inicação científica, de qual que é o papel de um congresso? Qual que é o papel de uma publicação? São temas de discussão, que tipicamente aparecem, contornando os estudos de caso históricos, que tipicamente aparece quando você discute questões de epistemologia, de Filosofia da Ciência. E que não necessariamente, se tornam um objeto de reflexão, mesmo... por quem faz a pesquisa de bancada. Mesmo por quem faz uma iniciação científica, faz um mestrado e um doutorado na área de bancada, ele não reflete sobre qual é o papel de uma publicação científica. Qual é o papel da comunidade na validação, na negociação dos conhecimentos científicos.
T: Uhum
P4: Isso,cabe tipicamente ao filósofo,né? O hstoriador anda ali, de mão dada. Então... apresentar a ciência como um... um... uma possibilidade de atuação profissional, é algo que pode aparecer mais claro pra quem tem uma formação em História e Filosofia da Ciência, né, considerando questões da História e Filosofia da Ciência. Essa questão da moderação do discurso pra mim é fundamental.
T: Uhum
P4: Hãmmm...que mais eu vou colocar como papel... da História da Ciência na educação básica? (silêncio por alguns minutos)
P4: Eu não gosto do... eu não gosto do discurso... de que a História da Ciência ou a experimentação, ou as novas tecnologias aumentam o grau de interesse do aluno. Qualquer coisa que foge da aula habitual do aluno, chama a atenção. Qualquer coisa que se...se toda aula

dele é giz e lousa... e saliva, qualquer coisa que fuja... Se o professor vier lá na frente e dançar: "ò, hoje nós vamos dançar. Vamos fazer uma roda e vamos dançar". Os alunos vão adorar! Vão dizer que todas aulas seriam melhores se fossem daquele jeito,né?
T: Uhum
P4: Se de repente, o professor traz um vídeo, traz um texto histórico, traz um experimento, traz uma notícia, tudo isso chama a atenção. Da mesma forma, que o inverso também é válido. Se todas as aulas dos alunos ocorrem no laboratório de informática, vendo vídeo e respondendo quizz, isso que seria um sonho pra muitos professsores. Todas as aulas são assim, os alunos enjoam disso. De repente, uma aula expositiva, eles vão achar ótimo.
T: Uhum
P4: Né? Qualquer coisa que foge do habitual, é bem recebido. Nesse sentido, eu não acho que a História da Ciência deve ser apresentada como algo para aumentar a motivação, como algo para... é... despertar o interesse do aluno. Eu acho que a História da Ciência deve ser entendido como algo que ajuda a ensinar Ciências melhor.
T: Uhum
P4: Ajuda a promover um aprendizado... mais fiel ao que é essa coisa que a gente chama de ciência.
T: Uhum
P4: Então, além da moderação do discurso do professor, a História da Ciência ajuda a revisar os próprios conteúdos que ele tá apresentamdo.Os próprios conteúdos que ele vai... trabalhar com os alunos. Tanto no nível conceitual quanto no nível das habilidades. Eu acho que trabahar com os experimentos, independente dele ser histórico ou não, ajuda mais nas habilidades de manipulação. Agora, na habilidade de julgar criticamente uma informação, a História da Ciência ajuda a ensinar isso bem.
T: Uhum
P4: Então, a gente pode pensar em exemplos pontuais, de conceitos e tal. Mas eu acredito que a História da Ciência... ajuda a aprender Ciência melhor.
T: Uhum
P4: Os exemplos que eu vou pensar são sempre mais voltados pra Química. É sempre mais espontâneo, ligado à Química. Mas por exemplo... em algum momento da tua vida, você viu o tão diagrama do Linus Pauling.
T: Uhum
P4: Poxa, aquilo é um jogo,né? Aquilo é um jogo. Você vai ensinar seu aluno a jogar aquilo ali? Ensina ele a jogar xadrex... que é mais interessante. Você vai inventar uma história pra falar do Mendel ou do Darwin? Se você vai inventar uma história que não tem... é... relação, que não tem compromisso com registros de época... que não tem compromisso com uma leitura contextual, conta a história do Senhor dos anéis, é mais legal.
T: Uhum
P4: Né? O... então, tem a ver com levar uma ciência tanto nos conceitos, quanto na sua própria estrutura, na sua forma de construção que é mais próxima da ciência real.
T: Uhum
P4: Eu não acho que isso nega a necessidade da transposição didática, isso não nega que a ciência escolar é necessariamente diferente da ciência do pesquisador. Sim, ela é diferente, ela tem que ser didatizada. Só que a didatização da ciência, ela cria uma nova ciência, só que essa nova ciência tem que preservar compromissos de fidedignidade com o original. Se não a gente tá ensinando algo que não é a ciência. É algo que só serve dentro da escola, pro aluno responder a prova. E quando ele sai da escola, a ciência não serve, pra interpretar o mundo. Aquela ciência não serve pra ele tomar uma decisão. Não serve pra ele emitir uma opinião.
T: Uhum

P4: Né? Eu acho que a História ajuda a ensinar uma ciência mais condizente... com o empreendimento científico real.
T: Uhum
P4: Construção humana e tal.
T: Porque, de certa forma, demanda um investimento do professor...
P4: Sim
T: Né? Que tem... vários conteúdos e...
P4: Sim. Demanda um comprometimento. O Allchin, tem um argumento, já antigo, deve ser do começo dos anos 2000... é... o Allchin tem um argumento que pro professor bastaria dominar UM estudo de caso em profundidade, pra poder trazer à tona todas essas questões que estão circundando a ciência. Acho que um é pouco.
T: Uhum
P4: Não. Ele tem que ter refletido mais. Ele tem que conhecer mais. É... ele tem que ter lido mais a respeito.
T: Uhum
P4: Tem que ter repertório. Mas nas condições de trabalho, será que isso é pedir muito... do professor?
T: Uhum
P4: A gente usa as duas aulas que tem no curso pra... e os os outros contatos que tem fora deles,né?
T: Uhum. Certo!
T: É... tem mais alguma coisa que você gostaria de acrescentar, de falar?
P4: Hummm... (pausa). Como a sua pesquisa vai olhar pro histórico do professor... o histórico de formação do professor...
T: Uhum
P4: ... e pras disciplinas que ele ministra hoje, eu acho que... vai ser importante incluir na conversa, o quanto que as ementas ou os planos de curso, os projetos de curso refletem o que de fato são as aulas.
T: Uhum
P4: Eu acho que... talvez exista uma distância grande entre o que tá no papel e o que ocorre nas aulas. Por exemplo, os cursos aqui do IF foram criados em 2008, as licenciaturas. Foi um grupo muito pequeno de professores que aju... que participou da criação desses planos de cursos novos. É... as ementas são bastante genéricas. As bibliografias foram definidas em função, do que é que tem na biblioteca e não necessariamente do que é mais adequado para a condução desse curso.
T: Uhum
P4: Então, às vezes, você vai encontrar... eu não sei o quanto isso reflete a realidade de outras instituições... mas às vezes você vai encontrar bibliografia... é... que todo envolvido com a História da Ciência atual reconhece como textos... é... enviesados ou orientados por um padrão historiográfico que não é coerente com os valores mais modernos, né... da História da Ciência. E esse texto tá lá não porque o professor usa na aula, ele tá lá porque é o texto que tinha 25 cópias na biblioteca e que era uma exigência na hora de escrita daquela ementa. Então, acompanhar as aulas, conversar com os alunos ou conversar diretamente com os professores, talvez traga uma imagem mais próxima do que de fato são os cursos, do que olhar documentação.
T: Certo
P4: Né? No outro caso dos cursos aqui do IF, o curso original de 2008, já foi substituído, tanto na licenciatura em Química quanto na Biologia.
T: Uhum

P4 Essa substituição foi recente, na Química foi em 2014 e na Biologia foi em 2015. Esse ano que eu fiquei afastado. As ementas atuais, são mais coerentes com a sala de aula do que as antigas. Isso eu posso afirmar, pelo menos, no caso da História da Ciência.
T: Uhum
P4: Acho que... Não sei o quanto isso vai ser importante nas outras instituições que você vai visitar,né?
T: Certo.
T: Tudo bem, professor.
P4: Tá bom?
T: Eu agradeço muito...
P4: Eu que agradeço.
T:... seu tempo, a disponibilidade...
P4: espero que seja útil
T: Ah, com certeza. Muito obrigada!

ANEXO E – Segunda entrevista com o professor formador (transcrição)

Entrevista realizada no dia 6 de abril de 2018

Entrevistadora: Tatiana Tavares da Silva

T: Boa tarde, professor!

JO: Boa Tarde!

T: É... então dando a devolutiva, né. Da entrevista que nós fizemos, no dia 19 de dezembro de 2016. É... elaborei um roteiro com algumas impressões, né? Então, é... Eu lembro que na sua formação inicial você teve uma disciplina: História da Ciência, na FFLCH, que não tinha como objetivo discutir a História da Ciência no ensino e nem na formação do professor. E no fim da graduação, você teve uma disciplina didática, para ensino de Química que abordou a História da Ciência e tinha uma preocupação em contextualizá-la para o ensino.

JO: Uhum

T: E essa última disciplina que despertou o seu interesse, né para o mestrado em História da Ciência. Então, analisando esses dados, algumas concepções minhas, sobre o assunto, modificaram-se bastante. Então, por exemplo, no início do doutorado eu achava que... a solução para se ter mais História da Ciência no ensino era a criação de disciplinas na área, né... de História e Filosofia da Ciência. É, mas no seu caso os conteúdos foram mais importantes do que as disciplinas, né, em termo de docência, a formação inicial então afetou bem pouco. Hoje, como você avalia a formação que você recebeu na licenciatura e a que está oferecendo?

JO: Uhum... é... eu acho que uma correção que...

T: Hãm?

JO:...que precisa ser feita...né, nesse enunciado...

T: Uhum

JO: ... é que... é... é... pouco provável que um... uma coisa pontualmente desperte o interesse...

T: Aham

JO:... de alguém. Então eu não diria que essa disciplina despertou o meu interesse pra... pro mestrado na História da Ciência, mas ela foi um ponto de culminância ali. Essa disciplina foi oferecida por um especialista em História da Ciência, que é o Paulo Porto, que me convidou. E... as questões históricas certamente já tinham algum atrativo. Já tinham algum atrativo pra mim, né? Eu me lembro que no... nesse final do curso, eu tinha lido aquele livro do Oliver Sacks, O Tio Tungstênio.

T: Uhum

JO: E eu... me interessava ali pelo personagem Humphry Davy pelo modo como ele tinha apresentado. E aí, nas discussões iniciais cogitando o mestrado com o Paulo, ele sugeriu de mudar para o Michael Faraday, que a gente teria mais dados e tal. Mas, então... Fora essa... correção pontual, eu achei interessante o modo como você... fez essa inferência de que os conteúdos talvez tenham sido... o conteúdo de uma disciplina, que não era de História da Ciência. Um conteúdo abordado ou uma estratégia de abordagem colocada nessa disciplina, teve um impacto maior na minha carreira futura, nas minhas decisões do que a disciplina especificamente que pelo título devia ser voltada para História e Filosofia. Essa inferência é bacana! Eu nunca tinha pensado dessa forma, mas eu acho... eu acredito que eu concordo com ela.

JO: É... Então, como que a formação que eu recebi na licenciatura afeta a que eu estou oferecendo agora pros meus alunos? (pausa)

JO: Eu vou concordar com a sua primeira leitura já feita na outra entrevista de que, a minha prática como professor de História da Ciência, ela é... muito mais afetada pela formação que eu tive na pós.

T: Certo

JO: A formação que eu tive na licenciatura...

T: Humm...

JO: Não sei se ela...é... se reflete nas minhas aulas de História e Filosofia da Ciência. Certamente se reflete em outras. Eu também dou aulas de Instrumentação para o ensino de Ciências. Eu também dou aula de Metodologia da pesquisa científica. E nessas, o... a análise de livros didáticos, o viés confirmatório dos experimentos. Se o experimento aparece no final, se os experimentos aparecem antes...

T: Uhum

JO: ... se ele tem o caráter de ser capaz de comprovar uma teoria ou não. Essas discussões aparecem nas instrumentações pro ensino.

T: Aham

JO: O... na elaboração de um plano de aula. Então... aí levar aspectos... questões que são típicas da História e da Filosofia da Ciência... levar essas questões para as instrumentações para o ensino... eu acho que aí eu copio o modelo que eu vi do Paulo Porto, na minha instrumentação. Agora, aqui tem essa peculiaridade: os alunos que chegam pra fazer instrumentação... pro ensino de Ciências comigo... no quinto, sexto, oitavo semestre, eles já fizeram História da Ciência comigo no terceiro. Então... a gente... e é uma faculdade muito menor que a USP. A gente conhece os alunos todos pelo nome. Eles sabem dos interesses dos professores. A gente

convive... é um convívio mais próximo... Eu acredito que isso contribua pra que eles... já enxerguem que esse tipo de comentário, que esse tipo de atividade que vai questionar num plano de aula qual é o papel que você tá atribuindo pra um experimento? Qual é o viés de construção da Ciência que você está apresentando na aula? Esse tipo de crítica vai aparecer nas disciplinas que eles fazem comigo. Já é natural porque eles sabem que, apesar de eu trabalhar nessas várias disciplinas, o que eu me dedico pessoalmente é a História.

T: Uhum

JO: Então, isso... é... é meio que esperado da parte deles e eles lidam bem. Então, talvez isso seja até mais presente... essas reflexões.... desdobramentos da História nas disciplinas de ensino...

T: Uhum

JO: Talvez isso seja até mais presente aqui no... na licenciatura do IFSP, por conta de ser um curso menor. Por conta do mesmo professor voltar em muitas disciplinas...

T: Uhum

JO: ... ao longo do curso. Né? Na média, eu participo de sei lá, de pelo menos quatro disciplinas... é... pra cada turma de graduação.

T: Uhum

JO: Então, eu acho que essa influência aí na licenciatura, de fato, colocando como conteúdos, como detalhes que devem ser discutidos/considerados nos planejamentos de aula, nas atividades, ela aparece nessas outras disciplinas. Agora, a montagem da minha disciplina de História e Filosofia da Ciência, ela recebeu muito mais influência do que eu vi na pós.

T: Ah, legal! Interessante.

T: É... então duran... durante a pós, né? Mestrado e doutorado em História da Química, você teve mais discussões sobre vieses historiográficos, Natureza da Ciência, perspectivas epistemológicas e filosóficas do conhecimento científico, contribuições para o ensino, ou seja, os efeitos foram bem maiores como...

JO: Sim.

T: ... você acabou de falar...

JO: Sim.

T: É... quais foram as dificuldades e facilidades pra aplicar a História e Filosofia da Ciência em sala de aula, aqui no Instituto Federal, após a sua formação?

JO: Então, para a construção da disciplina de História aqui, da licenciatura...

T: Certo.

JO: Teve essa influência muito maior do curso de pós...

T: da pós... Aham

JO: Nos primeiros anos... é... eu pedi slides emprestados para o Paulo Porto, pra montar as minhas próprias aulas...

T: Aham

JO: Utilizei várias das referências que ele levava no curso de História da Química. Eu trouxe pro meu curso aqui da graduação...

T: Uhum

JO: E aí, tem até essa questão de eu estar tentando transpor... coisas que na USP eles consideravam discussões para a pós...

T: Uhum

JO: Eu trazia aqui discussões para a graduação.

T: Uhum

JO: Agora, uma dificuldade remete ao uso das fontes que aqui... ficam restritas aos textos escritos em português.

T: Uhum

JO: Então, ao longo dos anos, à medida que a... a disciplina foi... ganhando mais contribuições originais minhas, que eu fui me sentindo mais à vontade pra trocar os estudos de caso, pra trocas os temas, trocar a sequência...

T: Uhum

JO: ... fazer agrupamento, dar uma introdução diferente pra disciplina...

T: Uhum

JO: É... propor estratégias de condução com mais atividades do que eu tinha lá... pro...pro... pra poder trabalhar mais...

T: Uhum

JO: É... à medida que ela foi ganhando uma individualidade... foi... ganhando mais características minhas...

T: Uhum

JO: É... acabou que esses textos ficaram restritos ao... às referências em português. Então, os alunos lêem muito os textos do... do Roberto Martins, da Lilian Martins...

T: Uhum

JO: É...lêem trabalhos do próprio grupo de pesquisa do Paulo Porto, como o trabalho do Paulo Vidal. Fazem bastante... é... comparações do... do estilo de narrativa que encontra nos livros didáticos...

T: Uhum

JO:... e na... nos artigos escritos por historiadores. Então, é aquela de... redescobrir os personagens, né? Redescobrir o Pasteur. Redescobrir o Darwin, o Wallace e coisas assim. É... esse viés de tor... de questionar os aspectos da História da Ciência pro trabalho direto do professor, contrastando com o material didático que ele vai utilizar. Pensando em planos de aula, pensando em quais são os benefícios pra formação do professor, tipo, em reconhecer padrões historiográficos... isso eu acho que deu uns contornos de uma disciplina de graduação.

T: Uhum

JO: Fez a adaptação que eu acho que era importante pra tirar do contexto da pós e trazer pra cá que é a licenciatura. A disciplina de História da Química, do Paulo Porto, por exemplo, ela tem um... um... um objetivo de abordar conhecimento histórico. Conhecer a História da Química...

T: Uhum

JO: Não é conhecer a História da Química para fazer alguma coisa com isso.

T: Uhum

JO: E aqui na graduação, tem que ter esse foco, por conta de ser uma licenciatura. Então é conhecer a História para tirar algum proveito dela. De preferência um proveito didático.

T: Humm...

JO: Para formar... ampliar a cultura do professor, elaborar atividades, criticar o material didático que está disponível... Complementar esse material... Então, ela ganha esse olhar, pra licenciatura. Mas isso demorou... As primeiras edições... da disciplina, certamente eram muito parecidas com o que eu fiz na pós.

T: Uhum. Em relação, por exemplo, a... você ser químico e a dar aula na licenciatura em Biologia assim...

JO: Uhum

T: Também trouxe inseguranças? Em...

JO: Enorme. Enorme por desconhecer os casos.

T: Aham

JO: Por desconhecer os casos. E... então, aqui, o curso de licenciatura em Química e Biologia eram uma coisa só...

T: Aham

JO: ... até o quinto semestre, era considerado um núcleo comum...

T: Aham

JO: ... e depois do quinto semestre pra frente dividia as especializações em Biologia e Química. A História da Ciência estava no terceiro. Então, a História da Ciência tinha, com quatro aulas, alunos da Química e da Biologia na mesma turma. Por isso, ela ganhou um formato de História

da Ciência. A gente abordava episódios que estão vinculados... mais reconhecidos na História da Física ou da Química ou da Biologia. A gente ia trocando a ênfase. E aí, em função disso eu conheci alguns episódios. Tipicamente da Biologia, entravam o Pasteur e o Darwin. É... e o olhar variando... chamando a atenção para detalhes, ou mais sobre a estrutura da matéria ou mais sobre...o... a classificação das espécies no trabalho do Aristóteles.

T: Uhum

JO: Por exemplo, era... era o... o que aparecia no curso. De poucos anos pra cá, houve essa cisão. Química permaneceu com quatro aulas e Biologia reduziu pra duas aulas só. Mantendo no terceiro semestre, mas reduziu pra duas aulas. E isso é o desafio do momento.

T: Uhum

JO: O desafio do momento é na Biologia, como... tem que tirar esse viés de História da Ciência geral, dar mais ênfase para a Biologia e... condensar tudo ou excluir parte do que era o programa.

T: Humm

JO: Eu tenho percebido que as discussões de Filosofia da Ciência tão sumindo. As discussões de... em... diferentes epistemólogos da Ciência, estão sumindo no curso da Biologia. E aí, a tendência é virar mais de História. E se isso vai acontecer, que seja de História da Biologia. Que seja mais focado em História da Biologia. É o... é o jeito.

JO: Até em função dessa... inferência que você fez que eu gostei...

T: Humm

JO: ... de que talvez o conteúdo seja mais importante do que a disciplina...

T: Uhum

JO: ... não sei se isso... tem... tem que pensar a respeito. Mas talvez isso me liberte, pra... construir uma disciplina de História da Biologia que não tenha uma... uma cronologia a ser respeitada. Talvez uma disciplina de História da Biologia que seja pautada unicamente em estudos de caso.

T: Uhum

JO: E aí, seria, colocar o conteúdo... seria... que o professor de Biologia em formação, conheça determinados personagens, determinados episódios da História da Biologia.

T: Uhum

JO: Lendo a respeito, se aprofundando, transformando em seminário, resolvendo roteiro de leitura... é... mas chamando mais a atenção para os personagens e para os episódios, pra que ele conheça cada um daqueles momentos de desenvolvimento da Biologia.

T: Uhum

JO: Isso... não sei...se... se você estiver certa nessa inferência e eu gostaria... vou ficar feliz se você estiver... se você estiver certa nessa inferência... é... talvez, possa gerar um impacto maior lá na sala de aula, onde esse aluno vai trabalhar.

T: Uhum

JO: Ele saber... conhecer mais sobre o desenvolvimento daqueles temas da Biologia que ele vai ensinar...

T: Uhum

JO: ... pontualmente. E não necessariamente desen...desenvolver uma linha cronológica... não... é, não sei.

T: Hummm. É algo pra se pensar.

JO: É pra se pensar.

T: É... durante a entrevista, eu achei interessante né, você falar que os malefícios e benefícios da História da Ciência no ensino é uma discussão... superada. Você poderia falar mais sobre isso?

JO: Eu acho que sim. Eu acho que sim e essa é uma... essa é uma conversa, que por exemplo, o Breno Moura lá da UFABC, ele (não entendi) de História da Física.

T: Uhum

JO: Ele... e lá ele tem as dificuldades que eu tenho aqui, de dar a História da Ciência para outros cursos. (breve pausa) Ele trata disso como superado também e apesar disso, nós temos olhares diferentes pra o que fazer a respeito.

T: Uhum

JO: E... O Breno é um cara que eu respeito muito. Acho que a gente vai desenvolver trabalhos complementares. O... se... se traz mais vantagens ou mais prejuízo levar a História da Ciência para a sala de aula, isso tá resolvido. Traz mais vantagem! Existe um interesse de... documentos oficiais, eu analisei ainda o BNCC, mas até o que existia antes... é... existe um interesse de entender Ciência como empreendimento humano, com seu caráter histórico, [dimensão] contextual...

T: Uhum

JO: É... então... que a gente deve levar? Isso, tá pacificado!

T: Aham

JO: A questão é o como... levar? E o que é necessário pra que... pra que se leve, né?

T: Uhum

JO: Então,quais... quais desafios precisam ser superados para levar. Que levar é importante isso tá pacificado, no nosso entendimento.

JO: É, o Breno tem se concentrado em como levar. Então, ele busca modelos de atividades, estratégias... como aplicar. Eu... como eu comentei, eu me divirto mais com o que levar, né? Eu me divirto mais com a ideia de elaborar os estudos de caso. Eu me divirto debruçando sobre texto antigo. Eu gosto de ler texto do século XVIII e renarrar né... o... o... não é um exercício de tradução, mas de interpretar e dar um sentido, atribuir uma importância pra aqueles eventos, considerando que o meu leitor não vai ler o original. Ele não vai se dar... ele não tem esse prazer que eu tenho de ler o original. Então, contar pra ele essa história, de maneira sintetizada, mas significativa, de forma que amplie a cultura geral do professor e permita ao professor conhecer melhor aqueles episódios. E aí, eu deixo pro professor ou pro Breno, pensar nas estratégias que ele vai seguir...

T: Uhum

JO: ... pra levar pra sala de aula. O que eu quero é que o professor conheça melhor...

T: Aham

JO: ... a ciência. Então...o... é... eu ia ficar muito feliz de saber que o professor tem condições de trabalho e tempo pra ler mais sobre a História da Ciência. E aí, eu gostaria de fornecer material para que ele leia.

T: Aham

JO: É... ajudar (a coligir? corrigir) material para que ele leia... essa é a parte que me diverte da coisa. Agora, além do ler a respeito também é necessário, o professor precisa de ajuda... nesse... "legal, eu já li e já conheço melhor. E agora, como eu levo isso para os meus alunos?" Essa é outra frente de trabalho...

T: Uhum

JO: ... do como fazer. O Breno tem se dedicado a ela e tem alguns alunos que... que se interessam por ela. Agora, por exemplo, eles estão testando esse... essa metodologia dos estudos de caso do Allchin, que remete à história interrompida do Matthews...

T: Uhum

JO: É... é uma metodologia. É... é uma estratégia pra se levar. Vamos testar... Vamos apresentar. Inclusive trazer pra licenciatura... apre... usar essa estratégia dos estudos de caso, baseados em história interrompida, das questões "pense"... né? Trazer isso pra licenciatura, considerando não só que por esse meio eles vão aprender sobre aquela história, mas que também fazendo isso eles vão aprender sobre essa metodologia de levar a História.

T: Uhum

JO: Então, a ideia da... da simetria invertida. E aí aumenta a chance deles se sentirem confortáveis de levar isso pro ensino médio. De levar isso pro... pra educação básica.

T: Legal. Bem legal, isso.

JO: Era isso... que... que você queria?

T: Isso

JO: falar mais...

T: Isso. Eu tinha pensado...

JO: Ou que... que existem malefícios ao levar a História da Ciência existe.

T: Existem! Sim.

JO: E a gente sabe... eles estão discutidos.

T: Aham

JO: Mas os benefícios são maiores.

T: Sim.

T: Não... a... por exemplo...

JO: Tá...

T: ...mas a discussão desses malefícios na licenciatura, você acha que,é... que também a questão do... do tempo,né? Já tem tão pouco tempo pra... pra tratar dos conteúdos. Mas assim... é... aqui eu tinha pensado também na... em uma questão de... de...é... do professor ter uma visão ingênua do que é História da Ciência. De achar que a História da Ciência é uma "historinha"...

JO: Uhum

T:...Né? Com data, com... com personagens,né?

JO: É... mas daí levar... mais discussões sobre História da Ciência tenta superar isso.

T: Sim. É...

JO: Tentar contribuir para que o professor vá além disso. Eu não sei se você já tinha chegado hoje, mas um menino na... na licenciatura, aquele rapaz, o João...

T: Aham

JO: ... que é ótimo. É... a gente tava discutin... a gente... alongou um pouco a analogia do mito da caverna.

T: Aham

JO: E aí, que o filósofo escapa dos grilhões da caverna. Tem acesso à iluminação da Filosofia e quando ele volta pra contar, ele se atrapalha pra contar, então ele é (tachado) de louco. E... aí a gente estendeu pra uma outra analogia que foi: vocês já devem ter passado pela situação de tentar explicar alguma coisa científica pra tua família na mesa de jantar. E aí, você gagueja, não sabe escolher as palavras direito, você acaba sendo ridicularizado, ali, naquela situação. E, eu perguntei o que eles achavam dessa analogia, que tem o problema do... da... a minha questão era: estamos colocando a Ciência como uma fonte de iluminação.

T: Hummm

JO:... que vai trazer verdades mais elevadas do que aquelas do senso comum. Do que aquelas do cotidiano popular, que são discutidas na mesa do jantar. E aí... eu perguntei pros alunos, se de fato, a Ciência tem essas verdades mais valiosas. Se de fato,ela é uma fonte mais elevada de verdade sobre o mundo. E... alguns dos alunos: a Bárbara, a... a Elaine sentiram... tentadas a dizer que não.

JO: "Não, porque tem um monte de conhecimento popular que é válido. Que é conhecimento verdadeiro"...

T: Uhum

JO: Tem muita sabedoria que não é orientada... pelo conhecimento científico. E tal... E o João, se coçou pra dizer o contrário: " Não,gente! O risco que a gente tá correndo é um relativismo... absoluto." E ele usou esse termo. E eu achei genial! Ele falou: "A gente tá correndo um risco de um relativismo. Não! A Ciência tem... um currículo. A Ciência tem um histórico de nos aproximar do funcionamento do mundo. A gente pode não saber exatamente como é. Mas a gente tá no caminho!". Ele colocou, assim. "Se a gente não estivesse no caminho, os experimentos não teriam resultados previsíveis. E se a gente, consegue predizer qual vai ser o resultado, é porque a gente tá entendendo como aquilo funciona. Então, sim! A Ciência é uma iluminação. A Ciência... tem algo... de... de relacionado com o mundo."

JO: Eu acho que só o fato deles terem travado aquela discussão ali entre eles, já valeu.

T: Aham

JO: Já valeu! E o maleficio... o risco colocado da... de um trabalho ligeiro com História da Ciência é esse relativismo.

T: Uhum

JO: É a gente, de repente, destituir a Ciência de todo o valor.

T: Uhum

JO: Não é aí... que eu gostaria de chegar. Não é nesse relativismo. Então, a gente critica... a Ciência. A gente diz que a Ciência não merece tanta confiança assim, mas não pode jogar no buraco.

JO: Não pode relativizar...

risadas da pesquisadora

T: Sei...

JO: ... completamente. Aí esse é um dos malefícios que são colocados. Os outros, são aqueles que o All... que o... (pausa). Não é o Whitaker...

T: É, eu acho...

JO: Matthews. Que o Matthews já listou.

breve pausa

T: Sim.

T: É... (breve pausa). Então, do que eu pude compreender da entrevista né? anterior. Você cita benefícios da História e Filosofia da Ciência no ensino. E eu coloquei em alguns itens, né?

JO: Uhum

T: Você pode comentar, se eu, fiz uma inferência... aproximada ou não.

JO: É... Você dividiu cinco itens.

T: Cinco itens. Isso!

JO: Eu vou ler.

T: Tá!

JO: O conhecimento de eventos históricos ajuda a repensar o discurso...

T; Aham

JO: Sim. Repensar o discurso, eu quero dizer, o professor evitar afirmações do tipo: "Newton provou tal coisa"...

T: Uhum

JO: "Um experimento... esse experimento provou pra todo mundo que isso era verdade ou que aquela ideia era falsa".

T: Aham

JO: Então, a noção de prova, noção de verdade final... A ideia de consenso instantâneo...

T: Uhum

JO: Isso tem a ver... com o repensar o discurso. Então, o... (sei lá) o... Alessandro Volta apresenta a pilha e imediatamente todo mundo entende o que que a pilha faz.

T: Uhum

JO: O... o... as coisas são demoradas. O Dalton propôs o modelo atômico, vamos pensar como é que vai o nosso pensamento sobre a matéria. Ah, o Dalton propôs o modelo atômico dele em 1803. Tá! Mas quanto tempo levou pro modelo dele aparecer no texto dos outros? filosófos?

T: Aham

JO: Quanto tempo levou pro modelo dele se tornar didático? E... e afetar currículo? É...então... Não é o fato de alguém ter publicado um livro ou publicado um artigo, que torna aquele conhecimento... cientificamente aceito, né? Aceito pela comunidade. Então, o... isso tem a ver com o repensar o discurso. Escolher as palavras.

T: Uhum

JO: Pensamento crítico. (breve pausa). Crítico até no sentido de avaliar os conteúdos... as descrições que a gente vê da História...

T: Uhum

JO: Aí esse item C, que você listou foi: Oferecer uma perspectiva diferente de se enxergar a Ciência.

T: Uhum

JO: Eu não sei se pra mim ele é tão diferente... hoje...

T: Uhum

JO:... do E, que é aju... ajuda a compreender e aprender melhor a ciência. Talvez seja porque o E, se foca na aprendizagem,né?

T: Uhum

JO: Na aprendizagem...enquanto o C...

T: Nesse C, eu tinha pensado mais na perspectiva, de por exemplo, a Zoologia ela tem uma perspectiva de... de enxergar a Ciência.

JO: Hummm

T: A Botânica também tem uma perspectiva. E a História da Ciência ela apresenta... o processo,né? Do...

JO: Não sei se eu entendi...

T: Por exemplo,é... da Zoologia tem... tem uma perspectiva dos conhecimentos... é...com... com os nomes, né? A... A Botânica...

JO: Tá!

T: Tem uma... uma perspectiva mais da... do...do...da ciências mesmo. Do fazer científico.

JO: Tá!

T: E a História da Ciência ela dá essa... uma... essa outra perspectiva de como é o processo.

JO: Como metaestudo?

T: Isso!

JO: A História da Ciência não estuda a natureza.

T: Isso

JO: Ela estuda o trabalho do cientista.

T: Isso!

JO: Tá!

T: Então, eu tinha enxergado essa... essa perspectiva...

JO: uma perspectiva de enxergar a Ciência?

T: Isso.

JO: Humm

T: De um...

JO: E aí, no item E, "ajuda a compreender e aprender melhor a Ciência"...

T: Aham

JO: Talvez aqui você esteja fazendo aquela diferença que a gente faz entre os processos e os conteúdos,né? No E, ajuda a compreender e a aprender melhor a Ciência, quer dizer, entende a teoria da Evolução melhor se você discutir como ela foi produzida. Como ela foi...

T: Como ela foi pensada... Isso.

JO:Né?

T: Aham

JO: Você aprende melhor a própria teoria.

T: Isso.

JO: Então, você aprende Ciências por meio da História. Tendo a História como um auxiliar.

T: Isso. Exatamente.

JO: E no outro lado... é... oferecer uma perspectiva diferente de enxergar a Ciência, quer dizer, estudar os processos. Entender que, a construção da Ciência é o objeto de estudo do historiador.

T: Isso.

JO: É, o trabalho dos cientistas é aquilo que o historiador...

T: Uhum

JO: Tá!

T: Porque aí, por exemplo,é... da... da... do que eu consegui perceber nas aulas, né? E da... das pesquisas, dos artigos...

JO: Hummm

T: O senso crítico dos alunos, que os professores apontam né, como um ganho da disciplina de História e Filosofia da Ciência...

JO: Hummm

T:... é de que ele... ele...o aluno chega nas outras disciplinas e começa a questionar os outros professores.

JO: Tá.

T: Que o professor... sei lá... de Zoologia fala...

JO: com visões mais dogmáticas...

T: É...

JO: ... e o aluno quer...

T: ...isso... ele começa...

JO: ... a questionar.

T: é... ele come... então, eu pensei nessa perspectiva. Desse... desse... desse...

JO: Entendi.

T: ... dessa maneira.

JO: Eu concordo com ela. Sim, eu concordo com ela.

T: ... dessa maneira...

JO: Eu não sei se hoje eu teria essa clareza de destrinchar assim, em cinco tópicos...

T: Aham

JO: Em cinco benefícios. Mas eu concordo com... o modo como você os descreveu. É... o item D, é que aumenta a cultura geral do professor. Sim! Isso pra mim é fundamental.

T: Aham. Certo.

JO: Possibilitando um repertório maior de conhecimentos...

T: de conhecimentos. Isso...Aham

JO: Mas e aí... não é nem vangloriar o... a possibilidade de contribuição da História da Ciência. Não é nem enaltecer demais. Eu acho que... ir bastante ao cinema aumenta a cultura geral do professor. Ler os jornais, regularmente, aumenta a cultura geral do professor. Conversar com pessoas diferentes, aumenta a cultura geral do professor.

T: Viajar...

JO: Viajar...

T: Aham

JO: Tudo isso aumenta a cultura geral do professor. História da Ciência também. E História da Ciência, aumenta a cultura geral, num sentido que é... muito desejável ao professor de Ciências.

T: Uhum

JO: Num sentido que é muito desejável.

(breve pausa)

T: É...então, é...uma... em uma parte da entrevista você tinha falado que não concordava que a História da Ciência, experimentos, Novas tecnologias pudessem aumentar o grau de interesse do aluno.Né? Que seriam estratégias para ensinar Ciências melhor. Foi isso mesmo que você quis dizer? E, também... ficou muito parecido quando eu entendi essa parte da entrevista, como você falou agora, dessa questão de...é...outras coisas podem fornecer cultura pro professor.

JO: Hummm

T: Mas a História da Ciência, ela...

JO: Não, ó! Se foi isso que eu disse, eu me expressei mal.

T: Certo.

JO: Não é isso que eu acredito.

T: Aham

JO: É... não é que eu não concordo, que a História, os experimentos possam aumentar o grau de interesse do aluno. Não!

T: Aham

JO: Eles aumentam.

T: Aham

JO: Eles aumentam. Eu acho que não é pra isso que você deve levar a História da Ciência para a sala de aula.

T: Uhum

JO: Não é esse o motivo. Agora, que funciona, pra isso: funciona!

T: Uhum

JO: De repente você, em vez de começar a sua aula escrevendo na lousa e definindo conceitos, você senta na mesa e começa a conversar com os alunos, a contar uma história pra eles. Sim, isso é atrativo. Isso desperta o interesse.

T: Hummm

JO: Em vez de escrever na lousa e definir conceitos, você leva um experimento. E você contextualiza a situação na qual aquele experimento foi proposto.

T: Aham

JO: Isso chama a atenção. Isso atrai o interesse, sim.

T: Uhum

JO: Eu entendo que... apesar de carregar esse potencial, não deve ser esse o motivo...

T: Uhum

JO: ... pra levar a História da Ciência.

T: Entendi. Aham.

T: Sim. Ficou mais claro.

JO: Melhorei?

risadas da pesquisadora

T: Sim.

JO: Deve ser esse o motivo. Se você vai levar a História da Ciência, você tem que ter um motivo pedagógico mais nobre, que deve ser ou porque a História... a abordagem histórica permite aprender melhor...

T: Uhum

JO: ... aquela ciência. Ou porque você considera que o conhecimento histórico é um fim em si mesmo...

T: Uhum

JO: Né? Não é para chamar a atenção.

T: Pra motivar o aluno...

JO: Exato

T: Aham. Legal.

T: É...

JO: Eu devo ter me expressado mal, na... na outra entrevista.

T: Então, discutimos também a divulgação né dos conhecimentos de História e Filosofia da Ciência para acadêmicos e professores. Então... (tosse) pro meio acadêmico, nós falamos da necessidade né de publicar os trabalhos em inglês, pra que seja acessado...

JO: Aham...

T: ... por especialistas do mundo inteiro. E para os professores e... pro público geral, que tem interesse né: estudos de caso em português, traduções de fontes primárias né, de modo que isso seja de alguma forma didatizada e sejam fontes confiáveis e acessíveis. Que tragam reflexões.

T: É... você mencionou também a replicação de experimentos históricos e que uma outra linha de contribuição seria... (tosse) seria a produção de sequências didáticas com uma inspiração histórica.

JO: Certo!

T: Então, a primeira parte da proposta teria então implicações mais pra ampliar a cultura, né? do professor e a segunda para a prática. Na entrevista você fala que identifica mais... se identifica mais com a primeira proposta, né... de ampliar a cultura do professor. E... só que participando de congressos, conhecendo outros trabalhos também acha necessária essa... experiência prática, que o docente consegue manipular o material, fazer testes, levar pra sala de aula... coletar e discutir dados com os alunos. Como foi esse processo de enxergar essas novas possibilidades? De levar a História da Ciência pra sala?

JO: É...(breve pausa) Isso remete à discussão que a gente teve agora de que levar a História da Ciência para a sala de aula é importante. Esse ponto tá...

T: Tá...

JO: Pacificado.

T: Aham. Sim!

JO: A questão agora é o como fazer.

T: Uhum

JO: Eu me divirto com o produzir o material e eu gostaria que o professor lesse...

T: Aham

JO:... essas coisas.

T: Certo.

JO: Que eu gostaria que ele lesse isso por hobby, por prazer. Sem a pretensão de levar pra sala de aula, que é no âmbito de ampliar a cultura geral.

T: Uhum

JO: Agora, mesmo o professor, que tem esse prazer, que tenha esse hobby, se ele tenta levar pra sala de aula as abordagens históricas elas não são óbvias. Elas não são simples como produzir um roteiro de laboratório.

T: Uhum

JO: Então, ele precisa de ajuda. Ele precisa de referências pra isso. E aí... é...trabalhos de congressos, textos de dissertações mostram isso.

T: Uhum

JO: E o... e o... os benefícios tem a ver com o ganho de confiança do professor, de acreditar que ele é capaz de levar. Ele leva e o resultado é positivo, no sentido de: os alunos aprendem; os alunos se mostram motivados... ele consegue usar instrumentos de avaliação depois que... que devolvem o resultado pra ele, se aquelas estratégias funcionam ou não. Então, o professor precisa ser ajudado, nesse sentido. Eu ainda não tenho... hãmm... a criatividade de propor um método, de propor uma estratégia pro uso de abordagens históricas. Eu não gosto dos teatrinhos. Eu não gosto dos jogos de papéis... do... do... das representações.

T: Uhum

JO: É... então por exemplo, meus alunos de iniciação científica agora estão testando essa metodologia da história interrompida. Que é uma forma de você propor uma narrativa histórica... o professor vai contar uma história. Só que ela tem peculiaridades no modo de ser montada... e isso é ensinável. Isso é estratégico... pro professor.

T: Uhum

JO: Então, por exemplo, na versão do Allchin, é... a história é narrada no tempo presente. Você coloca os verbos como se aquelas ações, aqueles eventos, estivessem acontecendo agora.

T: Aham

JO: Você não antecipa informações que os pesquisadores daquele episódio não sabiam... não... não tavam disponíveis pra eles naquele momento do acontecimento.

T: Uhum

JO: E em determinados momentos da história, você bota uma interrupção e transforma aquela interrupção numa atividade. Os alunos precisam se envolver com a história. [então, quer dizer] nessa situação, diante desse problema, diante dessas questões, como você procederia? Ou qual é o resultado esperado deste teste? Ou qual aparelhagem experimental você montaria para testar essa tal hipótese?

T: Aham

JO: Né? Então, colocar o aluno pra interagir com a história.

T: Aham

JO: Isso é uma maneira de contar aquela história d eum jeito mais dinâmico, que não seja fazer uma leitura em voz alta. Ou pedir pra que os alunos leiam o texto. No fim das contas, os conhecimentos que estariam sendo negociados são os mesmos. Só que... você pode agregar um pertencimento. Você pode agregar a apreensão daqueles conhecimentos. Porque, por exemplo, se o aluno se propõe a interpretar um experimento histórico, isso requer mais atenção. Isso requer mais detalhe, mas cuidado do que simplesmente ler qual foi a interpretação... qual foi a montagem e o resultado... a conclusão a qual o personagem chegou na história.

T: Uhum

JO: Então, é uma estratégia... é uma estratégia didática. Meus alunos de IC estão testando essa.

T: Uhum

JO: É... eu já usei... nunca com história, mas eu já usei nas minhas disciplinas de ensino médio, aquelas estratégias de júri. Que eu não considero como teatro, né... com desempenho de papéis... porque os alunos constroem o próprio personagem, eles tem objetivos a alcançar. E aí, o que eu acho legal na atividade de júri é que é o desenvolvimento da argumentação, né? Você tem que defender uma opinião, tem que contra-argumentar com o colega. Eu já vi, júris... já li artigos de júris sobre temas da História da Ciência,né? E... eu nunca testei. Mas é uma estratégia. É uma possibilidade.

JO: Eu acho que os professores tem que ser apresentados a alguns exemplos...

T: Uhum

JO: Porque conhecendo os exemplos, aos poucos ele vai ganhar autonomia pra adaptar as próprias estratégias.

T: Uhum

JO: Eu não gosto de propor uma atividade... uma sequência de aula fechada, para que outro professor aplique. Eu acho que...se o professor... eu acho que isso ofende a autonomia do professor. Ofende a inteligência dele. Se ele não participa da criação da própria aula, do

planejamento da aula, a chance dele comprar aquela ideia, de fato, dele se dedicar... ela é muito pequena.

T: Uhum

JO: Não tem um pertencimento. Então, eu não gosto de entregar uma receita... de aula.

T: Uhum

JO: Isso não faz parte... da minha... da minha leitura. Se alguém me dá uma receita e dizer: "ó Zé, na semana que vem você tem que aplicar essa aula!". Eu não dou aquela aula!

T: Uhum

JO: Eu não dou aquela aula, do jeito de outra pessoa,né? Tem que ter algo meu... tem que ter algo do professor. Agora, conhecer exemplos de aulas... alguns modelos que o professor pode adaptar, eu acho que isso tem um papel didático na formação continuada, na formação inicial...

T: Uhum

JO: E... e aí ele pre... ele precisa conhecer esses modelos pra se inspirar e criar as suas próprias atividades.

T: Legal!

T: É... mas por exemplo, na... na proposta da replicação dos experimentos, né?

JO: Uhum

T: Pra...pra essa... redução da carga horária... da... da Biologia.

JO: Da Biologia. Hãm?

T: Como foi assim, pra você... é... colocar isso na... na ementa?

JO: Então, isso faz com que a Epistemologia saia.

T: Aham

risadas da pesquisadora e do professor

JO: E aí é uma escolha!

T: Entendi.

JO: E aí é uma escolha. Como você colocou, que talvez os conteúdos tenham esse papel...

T: Aham...

JO: É... é uma escolha!

T: Uhum

JO: [Ou seja,] a replicação de um experimento numa licenciatura em Biologia que envol... que favorece que a turma leia um capítulo da Origem das espécies...

T: Aham

JO: Isso tem uma... isso tem um apelo emocional...

T: Aham

JO: Pra quem está se formando em Biologia. Ele vai ler um capítulo da Origem das espécies.

T: Aham

JO: Ele vai replicar... primeiro, ele vai formular hipóteses diante de problemas que o Darwin se viu enfrentando...

T: Uhum

JO: Ele vai formular hipóteses... a gente vai discutir em conjunto... o... quais daquelas hipóteses... quais daqueles planejamentos experimentais são factíveis dentro dos nossos recursos, dentro dos nossos prazos. Escolhendo algumas... deixar eles testarem e depois comparar aquilo com a...com as soluções que o Darwin propôs... para os mesmos... para os mesmos problemas... eu acho que isso vai ter um significado... isso vai ter uma permanência na formação dos biólogos. Eu queria te incentivar a procurar aquela turma do... do ano passado...

T: Aham

JO: Perguntar: "O que você lembra do curso de História da Ciência"? Eu acho que o experimento que você conduziu, ficou mais do que as aulas. Do que... eu... eu tenho uma expectativa em torno dos estudos de caso. Eu acho que eles vão se lembrar da controvérsia entre o Pasteur e Pouchet.

T: Uhum

JO: Eu acho que talvez eles se lembrem do caso da descoberta ou não da radioatividade com o Becquerel.

T: Uhum

JO: Agora, do que a gente tratou sobre... é... formas de organização do pensamento entre os sumérios... do... dos exemplos que a gente usou da História da Medicina pra passar ao longo da Idade Média, eu acho que isso vai se perder.

T: Uhum

JO: Porque a disciplina hoje tem... uma organização cronológica, que eu começo com estudos de caso pra apresen... e todos do século XVIII e XIX, pra apresentar a metodologia de como se produz conhecimento histórico hoje. Mas depois eu vou pra uma cronologia, que começa lá com os sumérios e avança até voltar pro século XX...

T: Uhum

JO: ... selecionando alguns episódios aqui e ali, mas são visões mais panorâmicas, com algu... com pequenos aprofundamentos de alguns detalhes. Para no Paracelso. Para no Galeno. Para no Aristóteles,né?

T: Uhum

JO: Pequenos... de... detalhes pra aprofundar. Eu acho que essa versão mais panorâmica não vai ficar nada. E aí, quando você faz uma inferência desse tipo, eu me sinto um pouco motivado a... então, vamos tirar isso e colocar outra coisa no lugar? Vamos colocar mais estudos de caso? Talvez, vamos colocar mais replicação de experimentos?

T: Uhum

JO: Porque tem chance de ser mais significativo. Agora, eu não gostaria que o curso fosse percebido pelos alunos, como uma sobreposição de peças que não se encaixam.

T: Uhum

JO: Né? Que assim, são bloquinhos de aulas, jogados meio que aleatoriamente e que não tem um fio condutor.

T: Uhum

JO: Onde é que tá o meio termo que une todas essas histórias?

T: Aham

JO: Ainda...

T: É um desafio,né?

JO: Se eu tirar a cronologia... se eu tirar a cronologia, o que eu vou pôr no lugar?

T: Aham

JO: Né?

T: Aham

JO: Talvez, seja a Base Nacional Comum Curricular. Talvez seja o... o currículo de Biologia da educação básica, né? Vamos conhecer melhor esses episódios sobre os quais você vai ensinar.

T: Uhum

JO: Mas algum fio condutor, que conecte as aulas, precisa existir.

T: Eu acho que pelo menos ter esse conhecimento geral né... do... dos períodos né... históricos, né?.

JO: Pois é. Mas se você fala pra um aluno... até pra quem já fez a História da Ciência... diz que tal coisa aconteceu no século XII ou no século XVIII...

T: Aham

JO: Não sei se... se vem uma paisagem diferente. Se vem um cenário diferente...

T: Aham

JO: ... se ele associa nomes... personagens... a esses períodos. Eu não sei... Se eles enxergam diferente...

T: Uhum

JO: Do século XVIII... da Grécia clássica.

T: Uhum

JO: Não sei... não sei... eu conheço adultos que... que não associam ideias diferentes a esses períodos, então...

T: Interessante... É...

JO: Agora eu acho... eles... eles... eu acho que eles podem esquecer quando foi, mas que houve a controvérsia entre o Pasteur e o Pouchet em algum momento, acho que isso eles vão lembrar.

T: Sim. É...

JO: (começa a falar....)

T: Acho que talvez o exemplo mesmo, né?

JO:Hãm

T: Acho que...

JO: A história da abiogênese... ah, o Pasteur fez uma série de experimentos, mas os experimentos não eram capazes de comprovar a abiogênese. Tinha um aporte estatístico... ele tinha um opositor que era tão... qualificado quanto ele como experimental e cujos resultados davam o contrário. Cujos resultados... reforçavam a heterogenia.

T: Hum

JO: Eu acho que... esse aspecto da História fica... Acredito... acredito que sim porque eu converso com eles depois, ao longo do curso, então...

T: Aham

JO: E esse tipo de coisa eles lembram.

T: É... eu tô pensando aqui agora... é... o... o que fica e o como depois eles levam isso,né... pra... pra educação básica e...

JO: É.

T: É uma das coisas que... que eu tenho pensado assim, né? De toda a literatura... de...de todas as...

JO: Mas com duas aulas não tem saída: pra entrar uma coisa precisa sair outra.

T: Não. É... é... com duas aulas é um pouco impossível, né? (risos)

JO: É um exercício de desapego.

T: Na... na Química você falou que tá dando aula tranquilo...

JO: Na Química esse semestre tá correndo legal...

T: É.

JO: Tá correndo legal. Por quê? É... eu tô aprendendo a ser mais objetivo nas partes expositivas da aula em função...

T: Aham

JO:...das duas... da redução da Biologia.

T: Aham

JO: Tô aprendendo a ser mais... a ser mais objetivo.

T: Aham

JO: Antes eu fazia mais digressões... Eu contava outras histórias paralelas... abria parênteses para discutir situações do ensino... Coisas que eu vou ter tempo de fazer depois, nas instrumentações.

T: Entendi.

JO: Coisa que eu posso fazer depois, eu guardo pra depois.

T: Aham

JO: Por exemplo, eu sempre interrompia a aula de História da Ciência pra falar sobre mudança conceitual, perfil conceitual, evolução conceitual. Isso eu evito.

T: Aham

JO: No momento que eu vejo que era oportuno pra fazer aquela interrupção, eu anoto na lousa. "Ó, pessoal: quem quiser se aprofundar nesse detalhe, dá uma lida nesse autor, pesquisa esse conceito, a gente vai ter tempo pra falar dele daqui a alguns semestres.

T: Uhum

JO: Então, eu tô sendo mais objetivo, mantendo o foco na História e na Filosofia, na parte expositiva da aula. E aí sobram... uma hora e meia de aula para eles fazerem atividade, fazerem o roteiro de leitura, discutirem...

T: Aham

JO: Né? Então... e aí, eles fazem mais.

T: Uhum

JO: Fica menos o professor falando. Na Biologia não dá tempo de fazer atividade. Teve aquela aula de reposição...

T: Aham

JO: ... que a gente tentou fazer isso, mas...

T: Aham

JO:... com duas aulas não dá.

T: Sim... Aquela reposição... teve... teve um... um ganho maior,né? Teve tempo deles lerem...

JO: Sim! Sim!

T: Teve tempo de discutir, de fazer atividade prática.

JO: É... Interagir com o texto, amadurecer a leitura...

T: Aham

JO: É...

T: É, pouco tempo com a História da Ciência, justamente é uma escolha, né?

JO: Mas eu tô no colegiado da licenciatura em Biologia...

T: Aham

JO: E... então na próxima reformulação de curso eu vou bater o pé pra...

T: Pra aumentar,né?

JO: Pra aumentar.

T: Porque... (risos da pesquisadora) é difícil. Até mesmo pro professor que quer aplicar História da... no... na educação básica,né? Também tem aquela quantidade de conteúdos e como que ele... as escolhas que ele faz daquele tempo,né... pedagógico...né... para inserir.

JO: É. E os alunos recebem bem o curso. Agora, eu percebo nessas aulas que por serem condensadas elas estão muito expositivas e com muito conteúdo...

T: Aham

JO: ... isso gera uma...um... uma retração dos alunos.

T: Aham

JO: Tanto conteúdo que o aluno fica acanhado de participar da aula.

T: Aham

JO: O professor fala tanto, ele exige uma... um... um... uma apropriação dos textos, que são complexos,né? E tão grande pra cada aula, que o aluno tem medo de se arriscar, a dar uma resposta errada e ser cortado ali. Então, eu percebo que até a minha interação com essa turma de biologia tá pior, do que já foi no passado com mais aulas,né? Porque eu tenho ali cinco alunos cativos que participam de todas as aulas.

T: Aham

JO: Mas muitos outros (se sentem) acanhados. Eles não se veem na condição (de falar).

T: E tem muitas coisas, como você falou do texto do Aristóteles,né? As causas...

JO: Uhum... é difícil...

T: É uma coisa... é uma coisa difícil pra eles pegarem o texto e já entenderem,né? É, precisa mesmo de tempo de amadurecimento,né?

JO: É. E aí, se tivesse tempo de fazerem uma primeira leitura, a gente discute, interpreta e depois vão fazer uma nova leitura juntos agora. E vamos tentar, vocês me ajudarem a entender esse texto? Talvez funcionasse...

T: Aham

JO: (professor fala baixa) talvez funcionasse.

JO: Lá com a Química... tá melhor.

T: Legal! É... então, sobre a replicação de experimentos históricos você citou também a possibilidade de revisar os conteúdos, que serão apresentados tanto no nível conceitual quanto das habilidades,né?

JO: Sim!

T: Que independentemente dele ser histórico ou não, ajuda mais nas habilidades de manipulação.

JO: É... não sei se eu... é... eu acho que eu me exaltei aqui.

T: É... risadas da pesquisadora

T: Mas enfim... Você pode... você pode também falar se mudou. Mas na habilidade de julgar criticamente as informações e discuti-lás. A História da Ciência teria uma contribuição maior, ajudaria no mínimo, a ampliar o interesse pelo período histórico... que foi... que é proposto,né? Você tem alguma mudança de concepção? Você...

JO: É, se eu afirmei que os experimentos... seu eu dei a ideia de que a prática experimental... ela... restringe o aprendizado às coisas da manipulação, aí foi exagerado.

T: Certo.

JO: A prática experimental ajuda no desenvolvimento conceitual...

T: Aham

JO:... também.

T: Sim.

JO: Ela ajuda. E... eu não sou adepto... eu não valorizo a aprendizagem por descoberta. Eu não acho que a manipulação livre dos materiais ensina os conceitos...

T: Aham

JO: Né? O... o conceito científico ele não é um prolongamento do senso comum, ele precisa ser apresentado. É uma forma de pensar. É uma forma de considerar quais variáveis são relevantes e quais não são... Então não é espontâneo...

T: Uhum

JO:... o aprendizado dos conceitos. Agora... a realização dos experimentos orientada pela teoria, em paralelo ao desenvolvimento da teoria. Que ela ajuda... a... a desenvolver a teoria. A consolidar a teoria. A consolidar inclusive os problemas teóricos. O aluno... Ajuda o aluno a perceber... o que é que ele não entendeu. O que é que ele não sabe. E... e por isso ele não tá conseguindo, por exemplo, ajustar o equipamento que ele vai usar. Ele não tá conseguindo localizar a frequência correta ou o foco... o... o lidar com o equipamento ajuda a atribuir valor... pra aqueles conteúdos históricos. Ajuda a desenvolver esses... esses conteúdos... esses conteúdos científicos. É...

JO: Quando eu ouvi o áudio da entrevista, eu achei que exagerei aqui nessa coisa...

risadas da pesquisadora

JO: ... da habilidade manipulativa, Eu deixei muito restrito.

risadas da pesquisadora

T: Certo.

JO: Não é bem por aí.

T: Então... é... da... de atuação profissional... é... a gente conversou... da... da...

JO: Desculpa... deixa eu falar uma coisa... e... e no lance da replicação dos experimentos históricos...

T: Hãmm

JO: ...como a gente... como o aluno já sabe, como a história seguiu depois dali...

T: Hãmm

JO: ... aparece muito aquele exercício do... o que poderia ter sido diferente.

T: Sim...

JO:... o que poderia ter sido diferente. Não, mas se não fosse dessa maneira... se o resultado tivesse sido outro... que tipo de conclusão poderia ser... se derivada dali? Ou como é que ele ainda sim poderia tentar salvar a própria teoria.

T: Uhum

JO: Quais outros testes ele teria que fazer? Então, considerar o "e se?". Né? Ou... ou... ou... se uma pequena mudança fosse feita no procedimento?

T: Será que o conhecimento que a gente tem hoje seria o mesmo? Ou...?

JO: É... É que a ciência não teria um caminho único,né?

T: Aham

JO: A ciência não teria um caminho único. Mas... também: é tênue a linha que vai gerar um determinismo na ciência...

risadas da pesquisadora

JO:... o caminho que nós seguimos foi unicamente ditado pelo resultado dos experimentos... não é...

T: Aham

JO: ... mas permite essa discussão.

T: Aham

JO: Permite essa discussão.

T: Legal.

T: Então... é... nós discutimos né sobre... a... a sua prática na... na... na licenciatura. E aí, falamos também da... dessa questão da disciplina e do conteúdo. Então, assim... em que... você acha que reflete nas práticas do ensino médio e no mestrado? Você falou um pouquinho do...

JO: Agora você está falando das outras disciplinas?

T: Das outras disciplinas que você ministra aqui no Instituto Federal.

JO: Uhum... Tá!

JO: Nas outras disciplinas que eu atuo, aí eu acho que cabe aquele paralelo com o que o Paulo Porto fez na Instrumentação...

T: Aham

JO: ... lá na minha licenciatura...

T: Aham

JO: ... que é... o... (breve pausa)...ao... ao moderar o discurso, chamar a atenção pra alguns aspectos de como a ciência funciona.

T: Aham

JO: Então... é...(breve pausa)... de... tratar um modelo como um modelo e não como a realidade. Não como a descrição da realidade.

T: Uhum

JO: É... evitar a expressão de "prova" ou de... prova ou demonstração científica...

T: Uhum

JO: como que resolve...

T: uma coisa definitiva.

JO: Uma coisa definitiva.

T: Aham

JO: Apresentar... a ex... usar o "propôs" em vez do descobriu.

T: Aham

JO: Propôs tal interpretação... Interpretou desse jeito...

T: Uhum

JO: Descreveu aquele resultado de tal forma em vez de descobriu...

T: uhum

JO: ... alguma coisa. Então, é relativizar as verdades do...o...o...o grau de ser definitivo daqueles conceitos que a gente está trazendo.

T: Uhum

JO: Eu acho que isso afeta sim... o... as aulas que eu dou no ensino médio e até o mestrado.

T: Uhum

JO: Inclusive, no diálogo com os alunos. Porque muitas vezes o aluno faz uma colocação, usa determinadas expressões, essas que o professor está evitando...

T: Uhum

JO: é... e aí o professor transforma aquela expressão no objeto de discussão...

T: Uhum

JO: ... na aula. Né? Ou... Pô, mas será que é possível...de... acreditar... será que faz sentido acreditar na existência de um método científico único? Será que os cientistas sempre faz assim? Ele observa, aí ele formula uma hipótese... será que... ele não tá procurando algo quando ele observa?

T: Uhum

JO: Será que ele é capaz de observar algo que ele não tava procurando? Né? Então, transformar a fala do aluno no próprio objeto de discussão, é uma influência de quem tem uma formação em História e Filosofia.

T: Uhum

JO: Né? Quem não tem, trata a descoberta como descoberta, trata a prova como prova...

T: Uhum

JO: Isso (entra) no dia-a-dia das aulas. Por exemplo, o... eu vou aplicar uma... (sons de alunos falando. Pausa na fala do professor, que pensa sobre o que vai falar)... é... aí não entra no campo da História da Ciência... que é meio... que é meio que um...é uma... é uma história inventada. Eu vou usar um pedacinho do texto do Mundo de Sofia...

T: Uhum

JO: Pra introduzir teoria atômica, no... no primeiro ano.

T: Uhum

JO: E aí é um trecho, em que... é uma das cartas que a Sofia recebe do... do... que chega na caixinha do correio dela, em que apresenta... o...o... Pra apresentar um atomismo grego, o filósofo que está escrevendo pra ela usa peças de Lego, como representação. Mas aí é uma história inventada. Então... Não... Eu teria que pensar com mais calma pra te dar outro exemplo de...

T: Uhum

JO:... influência que eu levo de propósito. Que eu coloco no plano da aula pra fazer de tal jeito.

T: Uhum

JO: Eu teria que... pensar com mais calma, olhar para os meus planos de aula, que eu não tenho eles de cabeça.

T: Não... tranquilo! É...e... é... na... você tinha também falado né, nas... nas outras conversas a quantidade de professores aqui no Instituto...

JO: Hummm...

T:... que trabalham com História e Filosofia da Ciência,né?

JO: Sim!

T: ... que são três. E que são poucos para orientação de IC e TCC de estudantes que são interessados pela temática. E também tem esse desafio que nós falamos, né?... da... da redução da carga horária da licenciatura em Biologia. Quais as suas perspectivas em relação a isso? Assim... ah

JO: É...

T: Será que... será que pode melhorar? E...

JO: É, o da disciplina acho que a gente já comentou...

T: É...

JO:... das mudanças que implicam escolhas...

T: sim!

JO: (que sai algo) pra entrar outro no lugar...

T: Aham

JO: ... e esse outro que vai entrar, com a nossa aposta que vai ser mais siignificativo.

T: Certo!

JO: É isso!

T: Aham

JO: A crença.

T: Aham

JO: É... em relação a essa carga horária, eu acho que... ela pode aumentar na próxima revisão de curso. Como a gente vai ser obrigado a revisar os cursos por conta da BNCC docente, se é que ela saia...

T: Uhum

JO: ... se é que ela vai sair...

T: Uhum

JO: ... o... eu pretendo continuar participando do colegiado da Biologia até lá, pra defender essa bandeira.

T: Aham

JO: É negociável. Tem um bom trânsito entre os coordenadores, os professores da área de Biologia e... acho que é possível. Acho até que... talvez eles reconheçam como um deslize, no úlltimo... na última revisão de curso o ter reduzido.

T: Uhum

JO: Talvez eles reconheçam como um deslize. É... também em função da quantidade de alunos da Biologia que eu oriento, né? Que vem me procurar pra fazer TCC... coisa que...quer dizer, eles se interessam pela disciplina. Eles voltam pro tema.

T: Humm

JO: Depois, todo ano eu tô orientando alguma pesquisa de alunos da Biologia. Então, isso vai servir de moeda de troca nessa briga.

T: Aham

JO: Tá. Agora, em relação ao número de professores, isso é uma fonte de angústia... que eu... isso é... do âmbito pessoal. Do âmbito pessoal, familiar, eu não dou conta de orientar onze alunos... doze alunos... é... e ainda assim brincar com os meus filhos de noite. Então, eu me obrigo a orientar menos, só que isso gera uma situação de angústia... que é assim: o aluno vem me procurar, dizendo que quer fazer uma pesquisa em História da Ciência. Se eu não pegar, perdemos um adepto.

T: Uhum

JO: Perdemos. Porque não tem outros colegas pra indicar... e o aluno vai fazendo outra coisa.

T: Aham

JO: Não adianta dizer: "Ah, não!Vai lá na USP, vai na UNICAMP seu orientador não precisa ser daqui.". Não vai dar certo,né?

T: Uhum

JO: Então, eu tento pegar. O que eu estou feliz de poder dizer nesse semestre. Esse semestre a minha vida tá muito melhor do que estava no ano passado. É... reduzi de onze pra sete orientações, mas porque concluíram e eu não peguei outras.

T: Aham

JO: Dessas sete, só uma não tem relação com História. Então... que é uma coisa em tecnologia da informação... realidade aumentada...

T: Uhum

JO: É... Só uma não tem relação com a História. E essa, concluindo, a minha tendência é ser mais seletivo ao não assumir outras orientações mais gerais, tratando de questões de ensino. E nesse aspecto eu ganhei... eu ganhei um reforço... porque... embora eu seja o único professor

com a especialização na área de ensino, aqui na... aqui no meu grupo... o... outros professores estão se convertendo. Outros professores estão se colocando como entusiastas,né?

T: Uhum

JO: É... e estão se especializando em coisas diferentes do que eu faço. Tem uma professora trabalhando com educação inclusiva... Tem uma trabalhando com temática CTS e sistemas de avaliação. Chegou uma colega agora que fez o doutorado em questões de currículo... Então, as orientações na área de edu... ensino de ciências, não estão mais indo como local natural procurar o Zé Otávio.

T: Aham

JO: E aí, isso me alivia pra tratar só de quem tá interessado em História.

T: Aham

JO: E aí, vamos achar um número razoável...sim...

T: Uhum

JO: Acho que tá melhorando... acho que tá melhorando... esse ano tá melhor do que o ano passado.

T: E... (barulho de alunos ao fundo) Como que você avalia, né? Anteriormente a disciplina era oferecida... é... conjuntamente pra licenciatura de Química e Biologia...

JO: Uhum

T: E como que você avalia essa separação das disciplinas por curso,né? E... a diferença da carga horária. Assim, então... é...ter agora a História da Química. Ter a História da Biologia...

JO: Eu gostaria de ter quatro aulas nos dois cursos separados.

T: Certo!

JO: Eu gosto... eu... eu acho que... ter uma turma só de químicos me permite valorizar mais os aspectos conceituais que a gente consegue tirar da História.

T: Aham

JO: Que pros biólogos não interessavam muito.

T: Entendi.

JO: Os exemplos específicos da Eletroquímica... né?

T: Uhum

JO:... de teorias de conservação da matéria... até... até atomismo. Não interessa muito...

T: Uhum

JO: ... pros biólogos. E em compen... e em...pros químicos vai agora... pros biólogos, eu gostaria de ter mais tempo pra poder... aí assim... permitir a eles colocarem os aspectos conceituais da Biologia, que eu não domino. Que eles no terceiro semestre já sabem muito mais do que eu...

mas dar tempo pra eles falarem a respeito e em, ao falarem a respeito, colocarem o senso crítico em ação ali: "Será que a coisa é tão simples assim?" "Será que essa divisão é tão preto no branco?"... "Então, quais são os conceitos que tão envolvidos aqui? São esses?" "Legal! Vamos ver como que cada um deles se consolida... se é que ele se consolida..." "Quais se reforçam?" "Existe ponto de contradição conceitual...

T: Aham

JO:..." aqui ou não?" Então, se eu tivesse mais tempo pra que o... o curso ganhasse uma cara mais biológica, com mais tempo pra discutir esses conceitos e esses processos da pesquisa em Biologia, isso seria melhor.

T: É...é... torna-se mais significativo sendo temático, né?

JO: Exato! (fala algo que não compreendi)

T: Mas eu ainda acho que seria interessante também a... acho que como era antes essa...

JO: Tinha...

T: ... essa questão geral,né? Porque...

JO: Sim!

T: ... o biólogo, muitas vezes, ele dá... ele vai dar aula de Química e Física também pro fundamental, né?

JO: Tinha trocas interessantes entre os alunos. Inclusive, com a... com a...com a sensação de especialidade. De alguém que fala com o olhar do biólogo para outros que não tem aquele mesmo interesse. Apesar de eles estarem no começo do curso ali. Tem muita gente fazendo como DP...

T: Aham

JO: Né? Que deixa a disciplina depois e aí já se sente mais... especialista...

T: Aham

JO:... em uma das áreas. É, a troca é sempre positiva...

T: Aham

JO: Agora, o aprofundamento também é.

T: Sim!

JO: O aprofundamento também é.

T: Aham

JO: Então, acho que hoje eu... eu vejo como mais factível... o... ser aprofundado...

T: o aprofundamento... aham... que são as escolhas,né?

T: Então, você gostaria de colocar mais alguma coisa da entrevista? Dúvidas? Impressões?

JO: Por agora, não, Tati!

T: É?

JO: Tô feliz. Espero que saia alguma coisa útil...

T: Ah, com certeza!

JO: ... pra sua pesquisa.

risadas da pesquisadora

T: Conversando eu tive várias ideias também...

JO: É?

T: ... assim como, nas aulas.

JO: Que bom! Que bom!

T: Acho que vai ser muito útil!

JO: Que bom!

T: Obrigada, professor!

JO: Eu que agradeço!