UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA
INSTITUTO DE QUÍMICA
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

CAROLINA PEROZZI GUEDES DE AZEVEDO

Francesco Redi (1626-1698) e alguns contemporâneos: contribuições para a discussão sobre a origem dos seres vivos no século XVII incorporadas a uma narrativa histórica

SÃO PAULO
2020

CAROLINA PEROZZI GUEDES DE AZEVEDO

Francesco Redi (1626-1698) e alguns contemporâneos: contribuições para a discussão sobre a origem dos seres vivos no século XVII incorporadas a uma narrativa histórica

Versão original

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências

Área de Concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Profa. Dra. Maria Elice Brzezinski Prestes

SÃO PAULO

2020

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

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Azevedo, Carolina Perozzi Guedes de

Francesco Redi (1626-1698) e alguns contemporâneos: contribuições para a discussão sobre a origem dos seres vivos no século XVII incorporadas a uma narrativa histórica. São Paulo, 2020.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências

Orientador: Profa. Dra. Maria Elice Brzezinski Prestes

Área de Concentração: Ensino de Biologia

Unitermos: 1. Biologia – Estudo e Ensino; 2. História da Ciência; 3. Biologia – Origem e Reprodução dos Seres Vivos; 4. Narrativa Histórica; 5. Redi, Francesco.

USP/IF/SBI-017/2020

Nome: AZEVEDO, Carolina Perozzi Guedes de

Título: Francesco Redi (1626-1698) e alguns contemporâneos: contribuições para a discussão sobre a origem dos seres vivos no século XVII incorporadas a uma narrativa histórica.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Aprovada em:

Banca Examinadora

Prof^a. Dr^a. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação exprime o que tenho de mais importante na vida profissional: a paixão pela educação e a constante busca por aprimoramento acadêmico e intelectual somada à produção de conhecimento. Mas, deve-se ressaltar, a produção de conhecimento científico não se faz de forma individual. Compreendo a ciência como uma construção humana e coletiva. Da mesma forma, creio que a educação também se desenvolve no âmbito das relações. Assim sendo, não poderia deixar de agradecer aos sujeitos que participaram dessa etapa da minha vida profissional e acadêmica.

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, Vera Lúcia Perozzi e Sérgio Rogério Guedes de Azevedo, que sempre me incentivaram a ler e estudar muito e sempre apoiaram todas as minhas decisões, incluindo a escolha por me dedicar a esta pesquisa. Uma semente foi plantada em mim desde a infância: a busca pelo conhecimento e o questionamento constante. A colheita que se desdobra dessa semente pode ser observada neste trabalho e rege as minhas decisões diárias.

Agradeço também a minha família, que sempre esteve ao meu lado, acompanhando de perto todo o período do mestrado. Agradeço em especial a minha tia, Márcia Perozzi Gonçalves de Souza, que desde criança sempre foi inspiração, tanto no âmbito pessoal quanto no âmbito profissional e acadêmico. Compreender de onde se vem e poder contar com pessoas inspiradoras foi essencial ao meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Agradeço especialmente ao meu marido, Guilherme Garcia Osanai, por todo o companheirismo, paciência e auxílio durante esses anos. As horas dedicadas a este trabalho muitas vezes significaram renúncia a diversas atividades de lazer e afazeres da nossa casa, e a compreensão e o apoio sempre foram constantes. Agradeço os gestos simples do cotidiano que tanto significam em períodos de extrema exigência pessoal: o abraço sincero nos momentos de angústia; as palavras de cuidado e carinho que permitiram manter a calma e a confiança; as centenas de vezes que pedi que lesse meu trabalho e fui prontamente atendida; as longas conversas sobre educação. Obrigada, meu amor.

Agradeço imensamente à minha orientadora, Maria Elice Brzezinski Pres-tes, pelo olhar atento, pelo acompanhamento e por toda orientação cuidadosa que me foi dispendida. Agradeço também pelas conversas, pelo apoio e pelo cotidiano que compartilhamos. Agradeço a humanidade que pude vivenciar du-rante esses anos de orientação. É uma honra e um orgulho imenso poder parti-lhar o cotidiano acadêmico e vivências pessoais com uma mulher tão forte e inspiradora.

Agradeço também a todos os meus amigos que vivenciaram comigo esse processo, das mais variadas formas, mas sempre exalando alegria, parceria e compreensão. Pelas festividades que precisei me ausentar ou sair mais cedo, pelas mensagens e conversas, pelo apoio irrestrito. A convivência com pessoas tão incríveis me impulsiona a cada dia. Amigos biólogos com quem compartilho a paixão por essa ciência linda; amigos não biólogos, com quem compartilho a seriedade da academia; amigos não biólogos com quem compartilho todos os momentos da vida e que me ensinam a ser cada dia melhor; amigos professores, com quem compartilho os espaços pedagógicos, as angústias e, principalmente, a paixão por ensinar e ser ensinada todos os dias. Amigos são a família que a gente escolhe, e eu não poderia ter escolhido melhor!

Agradeço também aos colegas do Laboratório de História da Biologia e Ensino, Anderson Ricardo Carlos, Christine Janczur, Eduardo Pessonina Molina Cortez, Filipe Faria Berçot, Gerda Máisa Jensen, Giuliana Carrieri, Natália Ab-dalla Martins, Luana Beatriz Xavier Nunes, Luciana Valéria Nogueira (Lua), Rosa Andrea Lopes de Souza, Tatiana Tavares da Silva, Tatiane Braga Afonso e Victor da Rocha Piotto, pelo aprendizado cotidiano desses três anos, pelas longas con-versas e, principalmente, pelas críticas e sugestões.

Por fim, agradeço a todos os meus alunos, sem os quais nada disso faria sentido. Se levanto todos os dias com disposição e alegria, isso se deve a esses indivíduos que me mostram que o mundo pode ser um lugar melhor.

RESUMO

AZEVEDO, Carolina Perozzi Guedes de. Francesco Redi (1626-1698) e alguns contemporâneos: contribuições para a discussão sobre a origem dos seres vivos no século XVII incorporadas a uma narrativa histórica. 2020. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

Um episódio histórico que aparece com frequência em diversos livros didáticos brasileiros é o da contribuição de Francesco Redi (1626-1698) para o combate da ideia de geração espontânea dos insetos. Redi realizou uma série de experimentos nos quais observou o aparecimento de vermes sobre alimentos em decomposição (carnes, vegetais) em frascos abertos e completa ou parcialmente fechados – um procedimento experimental inovador para a época. A partir dos resultados obtidos, defendeu a ideia de que aqueles vermes não surgiam espontaneamente como se pensava, mas a partir de ovos depositados por moscas e outros insetos que tivessem acesso às carnes ou vegetais. Contudo, paralelamente, Redi continuou alinhado a uma concepção de geração a partir de um “princípio vital” em outros casos, como “vermes” que aparecem em plantas ou no interior de animais. Ao mesmo tempo, outros pesquisadores também discutiam o tema e suas conclusões eram bastante variadas. É o caso de Robert Hooke, William Harvey e Philippo Bonanni, três contemporâneos de Redi que investigaram a geração dos seres vivos. Considera-se que uma visão parcial da história da ciência, que só menciona os “acertos” de um pesquisador do passado, oferece uma perspectiva distorcida sobre a natureza da ciência. Abordado apenas pelas ideias que são aceitas pela ciência atual, o caso de Redi pode ser apontado como um exemplo de “pseudo-história” que simplifica demais o processo da ciência, romantiza os cientistas e dramatiza suas descobertas. A inclusão de episódios da história da ciência na escola básica precisa, portanto, estar alinhada com a historiografia contemporânea, com os aportes das pesquisas teóricas e empíricas de inclusão da história da ciência no ensino e com propostas curriculares oficiais. Para isso, é necessário que se desenvolvam abordagens históricas contextualizadas e em língua portuguesa, acompanhadas de ferra-

mentas que auxiliem sua utilização em sala de aula. Neste contexto, esta pesquisa dedicou-se a três objetivos principais: o primeiro, da pesquisa histórica, foi o de analisar, sob a perspectiva da historiografia atual, as contribuições de Francesco Redi para as discussões sobre a origem e reprodução dos seres vivos. O contexto epistêmico das ideias de Redi foi fornecido mediante a comparação de suas ideias com as de três pesquisadores que também abordaram o tema na época, William Harvey, Robert Hooke e Philippo Bonanni, caracterizando o segundo objetivo da pesquisa. O terceiro objetivo desta pesquisa, de caráter educacional, foi desenvolver uma Narrativa Histórica adequada para alunos do ensino fundamental II ou ensino médio, que facilite a aprendizagem de conceitos científicos atuais acerca da origem e reprodução dos seres vivos e que promova concepções fundamentadas da natureza da ciência. A Narrativa intitulada “Francesco Redi (1626-1698) e os vermes nas carnes: de onde vieram?” foi construída com base em metodologia proposta por pesquisadores da interface entre história da ciência e ensino de ciências. Espera-se que os resultados da pesquisa histórica contribuam com subsídios da história da ciência para a formação de professores de ciências e que a Narrativa constitua uma ferramenta que possa ser adaptada e inserida em planejamentos de ensino de diferentes realidades escolares, bem como submetida a avaliações empíricas de sua efetividade.

Palavras-chave: REDI, FRANCESCO. HARVEY, WILLIAM. HOOKE, ROBERT. BONANNI, PHILIPPO. GERAÇÃO ESPONTÂNEA. SÉCULO XVII. NARRATIVA HISTÓRICA. HISTÓRIA DA CIÊNCIA (HC). ENSINO DE CIÊNCIAS.

ABSTRACT

AZEVEDO, Carolina Perozzi Guedes de. Francesco Redi (1626-1698) and some contemporaries: contributions to the discussion about the origin of living beings on the 17th century incorporated to a historical narrative. 2020. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

An historical episode that shows up frequently in several Brazilian textbooks is the contribution of Francesco Redi (1626-1698) to combat the idea of spontaneous generation of insects. Redi performed a series of experiments which he observed worms appearing over decomposing food (meat, vegetables) inside open or partially open jars – an innovative experimental procedure for his time. From this, he defended the idea that those worms were not spontaneously generated as thought, but stemmed from eggs laid by flies and other insects that might have had access to meat or vegetables. However, in parallel, Redi kept aligned to the conception of generation from a “vital principle” in other cases, like “worms” that appear in plants or inside animals. At the same time, other thinkers also looked into this matter and their conclusions were various. Those are the cases of Robert Hooke, William Harvey and Philipo Bonanni, three of Redi’s contemporaries that studied the generation of living beings. We consider that a narrow view of History of Science, one that only mentions the past researcher’s “hits”, offers a distorted perspective about the nature of Science. Discussed only through ideas supported by current Science, Redi’s case could be pointed out as an example of “pseudohistory” that oversimplifies Science’s process, romanticizes scientists and dramatizes discoveries. Including episodes of History of Science in basic education needs to, therefore, be in line with contemporary historiography, with theoretical and empirical researches’ contributions to the inclusion of History of Science in education and with official proposed curricula. For that is required the development of contextualized historical approaches in Portuguese combined with tools that support its classroom use. In this context, this research focused on three main goals: the first one, of historical research, was to analyse, through present-day historiography, Francesco Redi’s contributions to the debate about the origin

and reproduction of living beings. The epistemic context of Redi's ideas was provided by comparing his views with the ideas of three researchers that also approached the subject on their time, William Harvey, Robert Hooke and Filippo Bonanni, characterizing the second objective of this research. The third goal of this research, of educational nature, was to develop an historical narrative suited to the second stage of elementary education and high school students, one that helps learning today's scientific concepts about the origin and reproduction of living beings and promotes views based on Nature of Science. The narrative named "Francesco Redi (1626-1698) e os vermes nas carnes: de onde vieram?" ("Francesco Redi (1626-1698) and the worms in meats: where do they come from?") was made based on methodology set by researchers of the interface between History of Science and Science teaching. We hope that the results of the historical research give resources on History of Science to training of Science teachers and the narrative becomes a tool that can be adapted and added to teachers' plans in different school realities, as well as be submitted to empirical evaluations of its effectiveness.

Key words: REDI, FRANCESCO. HARVEY, WILLIAM. HOOKE, ROBERT. BONANNI, PHILIPPO. SPONTANEOUS GENERATION. 17TH CENTURY. HISTORICAL NARRATIVES. HISTORY OF SCIENCE. SCIENCE TEACHING.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: RETRATO DE FRANCESCO REDI (1626-1698).	30
FIGURA 2: CAPA DO LIVRO ORIGINAL ITALIANO DE EXPERIÊNCIAS SOBRE A GERAÇÃO DE INSETOS, DE AUTORIA DE FRANCESCO REDI, PUBLICADO EM 1668.....	33
FIGURA 3: RETRATO DE ROBERT HOOKE (1635-1703).....	48
FIGURA 4: RETRATO DE WILLIAM HARVEY (1578-1657).	51
FIGURA 5: CAPA DO LIVRO OBSERVATIONES CIRCA VIVENTIA, QUAE IN REBUS NON VIVENTIBUS REPERIUNTUR DE PHILIPPO BONANNI, PUBLICADO EM 1691.....	55

SUMÁRIO

Capítulo 1: Introdução	19
Capítulo 2: Francesco Redi e algumas concepções sobre a geração dos seres vivos no século XVII	27
2.1. A discussão sobre a geração dos seres vivos antes do século XVII – breve panorama	28
2.2. Francesco Redi (1626-1698): vida e obra.....	30
2.3. Experiências sobre a geração de insetos	33
2.4. A discussão sobre a geração dos seres vivos no século XVII	45
2.4.1. Robert Hooke (1635-1703)	48
2.4.2. William Harvey (1578-1657)	51
2.4.3. Philippo Bonanni (1638-1725)	55
Capítulo 3: Discutindo a geração dos seres vivos no Ensino Básico	61
3.1. A relevância do ensino sobre as origens e reprodução dos seres vivos na formação básica em ciências	61
3.2. As contribuições da história da ciência em geral e da história da biologia em particular para o ensino de ciências.....	66
3.3. Narrativas Históricas como estratégia didática para a inclusão de episódios históricos contextualizados no ensino de Ciências	71
3.4. Contexto de utilização da Narrativa Histórica	74
3.4.1. Público alvo e adaptação à cultura escolar	75
3.4.2. Validação da Narrativa Histórica.....	76
Capítulo 4: Narrativa Histórica: “Francesco Redi (1626-1698) e os vermes nas carnes: de onde vieram?”	77
Capítulo 5: Considerações finais.....	99
Referências Bibliográficas Primárias	103
Referências Bibliográficas Secundárias	105

1 Introdução

Os experimentos do médico e naturalista italiano Francesco Redi aparecem com grande frequência em livros didáticos e são comumente encontrados como sendo os primeiros de uma série de discussões acerca da geração dos seres vivos, discussões estas que perdurariam por três séculos, passando pelas ideias defendidas por Lazzaro Spallanzani (1729-1799) no século XVIII, até que os experimentos do também médico Louis Pasteur (1822-1895) viessem a “encerrar” a discussão e “derrubar” a ideia de geração espontânea – uma concepção equivocada sobre a construção do conhecimento científico (MARTINS, 2009). Tal perspectiva enquadra-se na concepção de pseudo-história, uma vez que parte de narrativas fragmentadas, lineares, continuístas e que não consideram o contexto de cada pesquisa, promovendo concepções equivocadas sobre a construção histórica do conhecimento científico (ALLCHIN, 2004).

Esses equívocos históricos podem ser explicados por duas razões principais: a escassez de materiais em língua portuguesa sobre os trabalhos de história da ciência mais recentes sobre o pesquisador e a influência de vertente historiográfica dominante até meados do século XX, que produzia narrativas essencialmente lineares e cumulativas e aceitava que textos primários fossem “corrigidos” de forma a se adequar ao conhecimento e à concepção de ciência da época, buscando sentido nos eventos do passado a partir das concepções da ciência moderna (ALFONSO-GOLDFARB, 1994). A vertente historiográfica atual considera a impossibilidade de o historiador se desvencilhar inteiramente do conhecimento atual em suas análises do passado, mas busca reconstituir o contexto integral desse passado, sem excluir os aspectos que foram posteriormente descartados pela ciência (ALFONSO-GOLDFARB, 2004).

A escolha do pesquisador Francesco Redi e do episódio histórico de suas experimentações sobre a geração dos insetos deu-se justamente pela verificação das constantes citações de ambos em livros didáticos e da pouca contextualização que as permeiam¹. Além disso, a utilização desse episódio de forma contextualizada no en-

¹ Considerando obras aprovadas no PNLD de 2017, menções aos experimentos de Redi sobre a geração espontânea são encontradas nas coleções Teláris (editora Ática), Companhia das Ciências (editora Saraiva), Investigar e Conhecer (editora Saraiva), entre outras coleções voltadas aos anos finais

sino de ciências apresenta-se como uma boa oportunidade para que se explore explicitamente determinados aspectos do construto de Natureza da Ciência (NdC) desenvolvido no âmbito do *International History, Philosophy, and Science Teaching Group* (IHPST), tais como o caráter tentativo ou sujeito a mudança do conhecimento científico e a construção colaborativa desse tipo de conhecimento, assim como a noção de ciência como um empreendimento humano, influenciada e influenciando o contexto sociocultural (LEDERMAN, 1992; MATTHEWS, 1995; ALLCHIN, 2013). Alguns desses aspectos são apresentados pela Base Nacional Comum Curricular como competências a serem desenvolvidas nos estudantes no ensino das Ciências da Natureza:

1. Compreender as Ciências da Natureza como empreendimento humano, e o conhecimento científico como provisório, cultural e histórico.
2. Compreender conceitos fundamentais e estruturas explicativas das Ciências da Natureza, bem como dominar processos, práticas e procedimentos da investigação científica, de modo a sentir segurança no debate de questões científicas, tecnológicas, socioambientais e do mundo do trabalho, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. (BRASIL, 2017, p. 322).

A constatação da escassez de materiais históricos em língua portuguesa sobre o episódio em questão foi também um fator relevante nessa escolha. Tal escassez – constatada por meio de uma pesquisa bibliográfica na plataforma *Current Bibliography of History of Science* da revista *Isis*, que faz a indexação de periódicos brasileiros da área, como *Filosofia e História da Biologia, História, Ciências, Saúde – Manguinhos* e *Revista de História da Ciência* – evidenciou a carência de estudos que se dediquem a tais temáticas, incentivando a produção de materiais acadêmicos de referência sobre o assunto – materiais que podem ser utilizados para fomentar as pesquisas nas áreas da História da Ciência e do Ensino em Ciência, bem como as práticas no próprio ensino de ciências. Essa constatação também evidenciou uma questão importante no que tange à educação brasileira: como promover ensino contextualizado historicamente sem materiais acessíveis na língua materna que possam ser consultados pelos educadores? Considerando que grande parte dos educadores não possui domínio sobre outras línguas e que, mesmo quando possuem, dispõem de tempo curto para que se formem e planejem suas aulas a partir materiais acadêmicos que, em geral, são

do ensino fundamental. Também são encontradas menções aos experimentos de Redi em livros didáticos do Ensino Médio, tais como o de autoria de Fernando Gewandsztnajder (editora Ática) e o de autoria de Sônia Lopes (editora Saraiva).

bastante densos e com linguagem específica, uma abordagem contextualizada de história da ciência torna-se inviável e acaba por não acontecer.

Com vistas a desenvolver uma pesquisa original e oferecer um material pedagógico atualizado sobre os estudos da geração espontânea no século XVII, este trabalho utilizou a metodologia de pesquisa em história da ciência, a qual se baseia na análise diacrônica de fontes primárias e secundárias (KRAGH, 1987). Além disso, o estudo foi guiado por uma abordagem historiográfica atual, consoante à concepção de história da ciência adotada por Lilian Martins:

A História da Ciência, em um primeiro nível, é descritiva, porém deve utilizar a terminologia adequada que normalmente ela retira da Filosofia da Ciência. Entretanto, não deve permanecer somente na descrição, mas deve ir além, oferecendo explicações e discutindo cada contribuição dentro de seu contexto científico. (MARTINS, L. 2005, p. 306).

Para a realização da pesquisa, um levantamento bibliográfico foi realizado na já referida base de dados de história da ciência, a *Current Bibliography of History of Science*, da revista *Isis*. O levantamento utilizou como palavras-chave o próprio nome do pesquisador – Francesco Redi – aplicando como filtros os materiais disponíveis em língua portuguesa e língua inglesa, por razão da proficiência desses idiomas pela pesquisadora. O levantamento não apresentou resultados para materiais em língua portuguesa sobre o pesquisador. Em língua inglesa, foram encontrados 13 artigos a partir dessa busca – número pouco expressivo considerando-se a relevância de Redi e de seus experimentos para a história da biologia. Em contraponto a esse achado, quando consultados os materiais disponíveis em língua italiana, foram encontrados 77 artigos.

Uma segunda busca na mesma plataforma de dados foi feita utilizando o termo “geração espontânea” (*spontaneous generation*, em inglês). Essa busca culminou em um total de 183 publicações. A seleção de textos a serem consultados e utilizados nesta pesquisa foi feita com base em critérios como época de que trata o artigo (foram selecionados apenas textos que tratam, essencialmente, da concepção de geração espontânea no século XVII), acesso ao artigo na íntegra, entre outros que se fazem consoantes com os objetivos desta pesquisa. Outras fontes secundárias de interesse como, por exemplo, as referidas nos artigos lidos e as encontradas no Google Acadêmico também foram consultadas sempre que necessário.

Quanto às fontes primárias, esta pesquisa tomou por base uma tradução para a língua portuguesa de trechos do livro de Francesco Redi, de 1668, *Esperienze intorno alla generazione degli'insetti* (*Experiências sobre a geração de insetos*) que trata dos estudos desse autor que são alvo desta pesquisa (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018). Quando se fez necessário ler passagens não contidas nessa tradução, ou passagens que geraram alguma dúvida, foram consultadas as versões do original em italiano (REDI, 1668) e a sua tradução realizada para o inglês (REDI *apud* BIGELOW, 1909).

A consulta à fonte primária se deu, primordialmente, na tradução para a língua portuguesa por ser atual e realizada por historiadoras da ciência com experiência em traduções². A tradução corrige alguns dos problemas da tradução para a língua inglesa (REDI *apud* BIGELOW, 1909), que apresenta uma não-literabilidade considerada excessiva seja para os padrões de tradução da atualidade, seja para o caso particular de tradução de obras científicas do passado. Indo bastante além das adequações necessárias ao processo tradutório, Bigelow inseriu no inglês termos que não são apresentados no original em italiano – termos que, muitas vezes, nem haviam sido cunhados à época da publicação do original – comprometendo seu contexto³. Além disso, a tradução de Bigelow corrompe o original, por assim dizer, por supressões que realizou no texto original. Redi era, além de filósofo natural e médico, também poeta e um amante da língua italiana – razão que explica sua dissonância com os contemporâneos ao optar em publicar primeiro em italiano e só depois em latim. Todo o seu texto é permeado por elementos poéticos e apresenta estruturas e construções que garantem uma sonoridade e uma leitura fluida, mais próxima à poesia e a textos literários, do que a textos da filosofia natural da época⁴. A reorganização realizada na tradução

² Grosso modo, a tradução de PRESTES; MARTINS abandona a estratégia tradutória mais antiga, que “domesticava” o texto de saída, no caso, o italiano, e segue padrão das traduções literárias de hoje, que tendem a ser mais “estrangeirizadoras” do texto de chegada, no caso, o português, tornando-o mais próximo temporal e idiomáticamente do original. Em outras palavras, essa dualidade pode ser explicada considerando o ato tradutório um plano contínuo de decisões que oferecem, em um extremo, a aproximação do texto de chegada ao leitor, e ao leitor do presente, interpretando e atualizando o autor original, num processo que os linguistas chamam de “domesticação” e, em outro extremo, a aproximação do leitor ao texto original em seu próprio contexto, adotando a mesma terminologia, especialmente a terminologia científica e metacientífica, e oferecendo esclarecimentos sobre o contexto científico, filosófico, social etc. em notas de rodapé, num processo chamado de “estrangeirização” (Britto, 2012, p. 21).

³ Seguindo padrão de tradução da época, a tradução tipicamente domesticadora de Bigelow do italiano para o inglês apresenta várias inclusões no original. Alguns exemplos disso são: “glândulas”, “secreções” – quando Redi se referia a “bolotas” e “faias”; “declarações errôneas” – quando se tratava de um trecho em que Redi apresentava sua crença numa entidade divina.

⁴ Exemplos de trechos que davam sonoridade ao texto de Redi e que foram suprimidos na tradução

para a língua inglesa – que realiza transposições de alguns termos⁵, omissão de outros – confere ao texto uma maior rigidez e procura aproximar o estilo de escrita de Redi ao estilo esperado e considerado mais confiável das produções científicas do século XX. Muitas vezes, percebe-se que a omissão de alguns termos visa “corrigir” os escritos originais com base no conhecimento da época da tradução. Esses três aspectos, ou seja, enrijecimento da estrutura textual, incorporação de termos científicos novos, assim como a omissão de algumas passagens são uma forma pela qual as concepções de ciência e de historiografia da época da tradução reverberam e se incorporam ao texto traduzido. Do mesmo modo, concepções contemporâneas de ciência e de historiografia norteiam as decisões da tradução ao português aqui utilizada, justificando-se a sua adoção, sempre que possível.

A partir dessas considerações, esta pesquisa visou analisar as contribuições de Francesco Redi para as discussões a respeito da origem e reprodução dos seres vivos, considerando-as em seu contexto. Além dos experimentos desse pesquisador, também é apresentado um panorama das discussões sobre o tema da geração dos seres vivos durante o século XVII. Tal panorama visou, além da contextualização *per se*, selecionar alguns pesquisadores que defendem tanto ideias consonantes às de Redi quanto concepções contrárias, para que se possa estabelecer relações e comparar experimentos e conclusões. A seleção em questão culminou em três pesquisadores contemporâneos a Redi: Robert Hooke (1635-1703), que defendia ideias parcialmente semelhantes às de Redi; William Harvey (1578-1657), que mantinha concepções em certa medida mais alinhadas às de Redi e que, inclusive, é citado por ele em seu trabalho; e Filippo Bonanni (1638-1725), que era ferrenho defensor da geração equívoca e que teceu críticas a Redi, com quem se correspondia. Para realizar essas comparações, foram consultadas fontes primárias dos três autores selecionados – *Micrographia*, de Robert Hooke (1665), *Anatomical Exercises on The Generation of Animals*, de William Harvey (1651) e *Observationes circa Viventia, quae in Rebus non Viventibus Reperiuntur*, de Filippo Bonanni (1691). Esta última obra, como o título

para a língua inglesa: “(...) investigaram a virtude das plantas ou sua verdadeira natureza”; supressão do termo “alma” em alguns trechos; mudança de estrutura das frases, de forma a tornar a estrutura textual mais rígida e impessoal.

⁵ Exemplos de transposições de termos na tradução para o inglês que interferem na estrutura textual de Redi: “exatidão”, “validade” e “precisão” em lugar de “mais claros”, “saudáveis” e “livres de impedimento”, quando Redi falava sobre a importância dos sentidos para a compreensão do mundo natural; inserção do termo “inseminação” para descrever o processo de deposição de ovos e de eclosão de pupas.

indica, só foi encontrada em sua versão original em latim, de modo que houve a necessidade de tradução para língua portuguesa. Essa tradução foi realizada por Maria Fernanda Britto Rezende Pimenta⁶, e deu-se a partir da seleção de trechos que faziam referência direta à Redi, sendo outros trechos traduzidos quando se julgou necessário. Essa tradução de trechos buscou manter a fidelidade aos escritos de Bonanni, seguindo a vertente da tradução do trabalho de Redi para língua portuguesa. A tradução desses trechos não está publicada, mas teve sua utilização autorizada pela própria tradutora. Fontes secundárias sobre esses autores também foram consultadas para realizar as comparações.

Além da pesquisa em história da ciência que resultou na análise das investigações e posições dos quatro autores do século XVII sobre a geração espontânea, esta dissertação promoveu também a transposição do texto histórico a um formato de material instrucional, a saber, uma “Narrativa Histórica” (KLASSEN, 2009). O objetivo desse material é servir como instrumento pedagógico para abordar o tema da geração dos seres vivos do ponto de vista histórico e de forma contextualizada, explorando, explicitamente, aspectos da natureza do fazer científico em particular e da ciência em geral. Os aspectos de Natureza da Ciência – selecionados a partir de trabalhos que elencam aspectos que podem e devem ser tratados no ensino básico – que podem ser abordados com esse material pedagógico são: fontes de financiamento (ALLCHIN, 2013, p. 24); papel do estudo sistemático, experimentos controlados e relevância da evidência (ALLCHIN, 2013, p. 24); revisão por pares e resposta a críticas e responsabilidade social dos cientistas (ALLCHIN, 2013, p. 24); a pesquisa influencia e é influenciada pela cultura (ALLCHIN, 2013, p. 24; LEDERMAN, 2007, p. 834); distinção entre leis e teorias e entre observações e inferências (LEDERMAN, 2007, pp. 833-834); colaboração e competição entre cientistas e resolução de desacordos (ALLCHIN, 2013, p. 24); o conhecimento é subjetivo e/ou impregnado de teoria (ALLCHIN, 2013, p. 24; LEDERMAN, 2007, p. 834); caráter tentativo ou sujeito à mudança do conhecimento científico (ALLCHIN, 2013, p. 24; LEDERMAN, 2007, p. 834); distinção entre Natureza da Ciência e investigação científica (LEDERMAN, 2007, p. 835); papel

⁶ Maria Fernanda Britto Rezende atualmente é tradutora e revisora de textos. Graduada em Letras – Licenciatura e Bacharelado em Português e Latim – pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (USP). Também é formada no curso de Tradução e Interpretação da Associação Alumni, em São Paulo. Contato: mfbrezende@gmail.com.

da imaginação e criatividade (ALLCHIN, 2013, p. 24; LEDERMAN, 2007, p.834); construção coletiva (ALLCHIN, 2013, p. 24; LEDERMAN, 2007, p. 834).

A elaboração da Narrativa Histórica baseou-se tanto nas experimentações de Francesco Redi, quanto na contextualização de sua época e das concepções sobre a geração dos seres vivos nela, incluindo os pesquisadores selecionados que também se dedicaram à discussão – Hooke, Harvey e Bonanni. Para a sua elaboração, foi realizada pesquisa na literatura especializada de utilização da história da ciência no ensino de ciências e para a construção da Narrativa, propriamente, foram seguidos, mais especialmente, trabalhos de Douglas Allchin, Don Metz e Stephen Klassen.

Assim, em síntese, os objetivos principais deste trabalho foram:

1. Analisar, sob a perspectiva da historiografia atual, diacronicamente, as contribuições de Francesco Redi para as discussões sobre a origem e reprodução dos seres vivos.
2. Discutir as investigações e posições adotadas por Redi mediante a comparação de suas ideias com as de três estudiosos que também abordaram o tema na época: William Harvey, Robert Hooke e Philippo Bonanni.

Desenvolver uma Narrativa Histórica informada pela literatura da área de história da ciência na educação científica para alunos das etapas finais do ensino fundamental II (8º ou 9º ano) ou do ensino médio, que facilite a aprendizagem de conceitos científicos atuais acerca da origem e reprodução dos seres vivos e promova concepções fundamentadas da natureza da ciência.

Por apresentar discussões do século XVII sobre a geração dos seres vivos muito pouco conhecidas, constituindo-se numa contribuição original para a história da ciência, espera-se que a dissertação motive e subsidie pesquisas futuras. Já com o desenvolvimento da Narrativa Histórica espera-se oferecer um material que possa ser utilizado por professores em suas aulas e que seja de linguagem acessível aos alunos e de fácil adequação às diferentes culturas escolares.

Esta dissertação foi organizada em cinco capítulos, sendo que esta Introdução constitui o primeiro deles.

O segundo capítulo constitui a pesquisa em história da ciência desta dissertação. Nele são apresentadas e discutidas as concepções sobre a geração dos seres vivos, iniciando com um breve panorama da discussão antes do século XVII. Em seguida é fornecida uma biografia sintética do pesquisador Francesco Redi e uma discussão mais detalhada de sua obra, assim como das ideias que defendia – a partir de análise de trechos do trabalho no qual aborda o tema. Por fim, é construído um panorama da discussão sobre o tema no século XVII, com a discussão das ideias defendidas por Robert Hooke, William Harvey e Philippo Bonanni, comparando-as às ideias de Redi – além de uma breve biografia dos autores analisados.

O terceiro capítulo é dedicado ao objetivo pedagógico desta pesquisa. Nele são apresentados os pressupostos teóricos e pedagógicos que justificam o ensino das temáticas específicas das origens e reprodução dos seres vivos na educação básica, seguida das contribuições da história da ciência e da história da biologia para o ensino contextualizado da ciência, assim como as vantagens da utilização de Narrativas Históricas para este fim. Por fim, apresenta a estrutura da Narrativa, seu público-alvo, assim como o processo de validação por pares que foi realizado para este material.

O quarto capítulo é dedicado à apresentação do produto pedagógico em si, seguindo-se a um texto com sugestões ao professor que quiser aplicar o material em sala de aula.

Por fim, o quinto capítulo é dedicado às considerações finais da pesquisa.

2 Francesco Redi e algumas concepções sobre a geração dos seres vivos no século XVII

O episódio histórico aqui analisado versa sobre a pesquisa de Francesco Redi (1626-1698) sobre a “geração”⁷ de insetos. Ele publicou esses estudos no livro *Esperienze intorno alla generazione degl’insetti* (*Experiências sobre a geração de insetos*), no ano de 1668. Anos depois, em 1671, o livro também foi publicado em latim (*Experimenta circa generationem insectorum ad Nobilissimum Virum Carolum Dati*). Esse trabalho consistiu em um relato minucioso de observações e experimentos do pesquisador renascentista com o objetivo de estabelecer se os insetos eram gerados de modo “unívoco”⁸, isto é, a partir de progenitores semelhantes a eles, ou de modo “equívoco”, isto é, a partir de materiais de outra natureza, como, por exemplo, lodo, ou outros organismos já mortos, ou partes deles, como plantas ou pedaços de carne.

Para que o trabalho de Redi seja entendido segundo as condições de sua própria época, será apresentada uma breve biografia, abordando o contexto social e institucional em que suas pesquisas foram desenvolvidas, tais como a sua posição profissional e a disponibilidade de materiais e de espaços de suas práticas de pesquisa, bem como o contexto psicológico como algumas características pessoais que permitem conhecer o pesquisador e suas motivações e escolhas. Também será discutido o contexto epistêmico, como, por exemplo, aspectos conceituais e experimentais que caracterizam sua obra. Para compreender o estudo de Redi no contexto epistêmico mais amplo do século XVII, serão discutidas relações entre Francesco Redi e outros estudiosos contemporâneos que abordaram a temática da geração dos seres vivos. Para isso, foram selecionados três autores, Robert Hooke (1635-1703), William Harvey (1578-1657) e Filippo Bonanni (1638-1725), conforme critérios que serão esclarecidos adiante, com uma breve apresentação biográfica de cada um.

⁷ O termo geração era usado para se referir ao que hoje é separado em origem, reprodução e regeneração de organismos vivos.

⁸ A terminologia utilizada refere-se às denominações utilizadas durante o século XVII para diferenciar as possibilidades de surgimento dos seres vivos. Assim, geração unívoca refere-se a formação de novos indivíduos a partir de progenitores semelhantes e a geração equívoca refere-se a geração a partir de materiais de outra natureza, podendo, em certos casos, ser também classificada como geração espontânea – como é o caso do lodo – quando o princípio gerador se tratar de matéria inanimada ou bruta.

Para introduzir esses tópicos todos, é apresentado um panorama da discussão sobre a geração dos seres vivos antes do século XVII.

2.1. A discussão sobre a geração dos seres vivos antes do século XVII – breve panorama

Desde a Antiguidade, a questão da origem e da reprodução dos seres vivos despertou o interesse de estudiosos. Aristóteles (384 a.C.-322 a.C.), por exemplo, considerava que os animais que possuem sexo separado eram produzidos a partir da união do macho e da fêmea. Isso ocorria, de modo geral, com os animais hoje chamados vertebrados e invertebrados, embora o filósofo grego indicasse algumas exceções. Além disso, Aristóteles considerava que havia duas outras formas pelas quais os animais podiam se originar: a partir de brotos de um animal adulto ou a partir de material em putrefação (MARTINS, 2015, p. 135). Vale ressaltar que Aristóteles sugeria a geração espontânea apenas para os casos em que não encontrava órgãos de reprodução ao dissecar organismos, como nas enguias (PRESTES; MARTINS, 2018, pp. 18-19).

Assim, nota-se que além de se conhecer a reprodução sexual, na Antiguidade, também se concebia a ideia da geração espontânea, na qual os organismos poderiam ser gerados a partir de matéria inanimada ou bruta. Essa concepção, mesmo com modificações, perdurou desde a Antiguidade até a Idade Moderna.

Segundo Maccartney (1920), a doutrina da geração espontânea ou, como era chamada por Huxley, abiogênese, originou-se na mais remota Antiguidade, floresceu em toda a Idade Média e durou até os tempos modernos. (ALMEIDA; MAGALHÃES, 2010, p. 371).

Entre seus defensores, além de Aristóteles, podem ser citados outros filósofos da Antiguidade e do Medievo, como Teofrasto de Ereso (371 a.C. – 287 a.C.), os romanos Caio Plínio Segundo (23-79), Lúcio Méstrio Plutarco (46-120) e Tito Lucrécio Caro (99 a.C. – 55 a.C.), o persa Avicena (980-1037). A partir do Renascimento, os italianos Girolamo Fracastoro (1478-1553) e Athanasius Kircher (1601-1680), o inglês Francis Bacon (1561-1626), o belga Jan Baptista Van Helmont (1580-1644), entre outros (MARTINS e MARTINS, 1989).

Durante a Idade Média, principalmente na Europa, a discussão sofreu grande influência do estabelecimento de uma cultura cristã, altamente controlada pela igreja católica. Nesse contexto, uma concepção platônica – o essencialismo – foi retomada, sendo apropriada por padres da igreja, que defenderam que Deus é o Criador de todos os seres vivos, conjugando, portanto, ideias platônicas e teológicas à escala de perfeição dos seres de Aristóteles (NASCIMENTO JÚNIOR e SOUZA, 2011).

Também era comum a explicação desta origem com a Cadeia do Ser, uma ideia elaborada tendo como referência inicial o Timeu de Platão. Corresponde a origem do cosmos como obra de um deus artesão partindo de um modelo ideal (a essência). (NASCIMENTO JÚNIOR e SOUZA, 2011, p. 27).

Assim, durante a idade média da Europa ocidental, em que não se desenvolveram estudos diretos da natureza, as explicações sobre a origem dos seres vivos combinavam ideias teológicas e filosóficas:

A produção de um novo organismo vivo por meio da ação finalisticamente causada por uma série de virtudes, formas substanciais, almas e outras entidades naturalmente dinâmicas era um primeiro fato do qual se podia partir para explicar as demais manifestações da ordem natural. (RAMOS, 2005, p. 79).

A partir da retomada dos estudos diretos dos seres vivos, iniciados na Renascença (século XIII) e desenvolvidos mais especialmente a partir do Renascimento (séculos XVI e XVII), a crença na geração espontânea foi sendo contestada. Ficou cada vez mais restrita para os casos em que não se conseguia observar o organismo ser produzido, como, por exemplo, os vermes do intestino de humanos e de outros animais ou galhas de plantas (MARTINS e MARTINS, 1989). Parte dessa restrição deveu-se a ideias como as defendidas por Francesco Redi, no século XVII. Porém, nessa mesma época (século XVII), muitos foram os estudiosos que se dedicaram a essa questão. Esse século e alguns dos pesquisadores que discutiram a geração dos seres vivos no período, principalmente Francesco Redi, serão explorados mais detidamente a seguir.

2.2. Francesco Redi (1626-1698): vida e obra

Figura 1: Retrato de Francesco Redi (1626-1698).

Fonte: BERNARDI, s.d.

Francesco Redi nasceu em Arezzo, na Toscana, em 18 de fevereiro de 1626. Graduou-se aos 21 anos de idade em filosofia e medicina pela Universidade de Pisa, em 1647. Amante da língua italiana, foi também poeta e literato. Ocupou o cargo de médico-chefe – e conselheiro – da Corte ducal dos Medici por mais de trinta anos – primeiro de Ferdinando II de Medici e depois de seu filho, Cosimo III de Medici (BERNARDI, 2018; GILLISPIE, 1981). Suas investigações naturalísticas perpassaram os campos da anatomia, da zoologia, da embriologia, da parasitologia e da experimentação clínica de fármacos (BERNARDI, 2018).

Em 1664, publicou sua primeira grande obra, *Osservazioni intorno alle vipere* (*Observações sobre as víboras*), na qual relatou suas mais de trezentas e cinquenta observações e conclusões acerca da produção, natureza e modo de inoculação do veneno da víbora. Nesse trabalho, Redi contestou ideias difundidas à época, como a da existência de uma relação entre a bile e o veneno da víbora e da transferência do

espírito da víbora, ao inocular seu veneno durante um ataque. Redi descreveu de forma criteriosa a localização das glândulas produtoras do veneno e o processo de inoculação, associado à exposição das presas. Ele afirmou que o veneno da víbora não ocasionaria qualquer malefício se ingerido e, portanto, para ter ação, deveria ser inoculado de forma a atingir a corrente sanguínea, chegando ao coração (GILLISPIE, 1981, 2007; BERNARDI, 2018).

Em 1668, publicou sua obra mais conhecida, *Esperienze intorno alia generazione degli insetti* (*Experiências sobre a geração de insetos*), tomada como objeto de análise nesta pesquisa. Nela, ele descreveu detalhadamente uma série de experimentos com carne putrefata e outras matérias orgânicas, deixando-as em vasos abertos e fechados – tratava-se de uma inovação experimental em que ele repetia experimentos variando apenas uma condição, o uso de frascos abertos e fechados. Redi observou o surgimento de vermes [larvas] apenas nos frascos que permaneceram abertos e que haviam sido visitados por variadas moscas. Acompanhando de forma sistemática todo o processo de desenvolvimento desses insetos, descreveu as etapas de postura de ovos, eclosão das larvas, formação de pupas⁹ e, finalmente, a liberação de moscas adultas – semelhantes àquelas que haviam visitado os frascos. A partir desses resultados, defendeu uma posição contrária à vigente na época que era a de que os insetos eram gerados a partir da própria carne, por geração espontânea, ou melhor, como se dizia, por geração “equívoca”. Redi passou a defender a geração “unívoca”, de que os animais são gerados a partir de entes de mesma natureza. Esses experimentos de Redi serão mais detalhados na seção próxima seção (2.3).

Em 1671, publicou *Experimenta circa generationem Insectorum ad Nobilissimum Virum Carolum Dati* (*Experiências sobre a geração de insetos para o nobre Carlo Dati*), tradução para o latim da obra de 1668 (GILLIESPIE, 1981, 2007; REDI, c2020).

Em 1684, no livro *Osservazioni intorno agli animali viventi che si trovano negli animali viventi* (*Observações em torno de animais vivos encontrados em animais vivos*), um tratado sobre vermes parasitas, Redi criticou veementemente um contemporâneo seu, Filippo Bonanni, que defendia a ideia da geração equívoca para diversos organismos. Redi criticou, principalmente, a ausência de observações diretas e experimentos por Bonanni, considerando-o um “filósofo de mesa” (PARKE, 2014).

⁹ Redi se refere como “ovos” ao que se conhece hoje como pupas.

[...] parece que sou obrigado a responder a alguns desafios experimentais que [Bonanni], defensor da geração *ex putri*, tomou em homenagem às minhas *Esperienze intorno alla generazione degl'insetti*. Estas são suas palavras na primeira parte do quinto capítulo: “Eu não sei como Redi pode negar o experimento que fiz, no qual peguei inúmeras flores de jacinto, as enterrei e as coloquei em uma jarra de vidro coberta por uma tampa de argila, esperando alguma geração espontânea daquela massa em putrefação; e depois de mantê-las num armário por várias semanas, descobri que muitos vermes transparentes e mucoides tinham sido gerados”. Não quero gerar contestações ao experimento do padre Filippo Bonanni, apenas desejo, de uma forma educada, requisitar que tente novamente e, dessa vez, sele a jarra diligentemente. (REDI, 1684).

A discussão com Bonanni será retomada em maior detalhe adiante (seção 2.4.3).

Redi desempenhou de forma simultânea vários papéis, de literato, de médico, de pesquisador e de cortesão na Corte do Grão-Duque. Diferente de outros contemporâneos, por exemplo, da França, Inglaterra, Holanda, Redi não trabalhou em uma universidade ou um hospital, locais que possuíam espaços próprios para estudos de dissecação, por exemplo, como o “teatro anatômico” (sala para demonstrações de práticas de anatomia). Para realizar suas investigações, Redi desfrutava dos espaços da própria Corte e de suas estruturas anexas, como a farmácia e a fundição do grão-duque. Seguiu, portanto, a rotina imposta pela grão-ducado. Essa relação trazia vantagens, como o acesso a uma quantidade de materiais experimentais muito maior do que a que outros pesquisadores independentes teriam acesso, abundância de animais de caça e oriundos de doação, inclusive animais exóticos, vindos das mais variadas partes do mundo. Ele também apresentava algumas de suas experimentações de forma artística ao público da Corte (BERNARDI, 2018). Esse suporte material e financeiro fornecido pelo ducado às investigações de filosofia natural de Redi caracteriza a relação de mecenato que era comum em várias partes da Europa e é mais conhecida como subvenção das artes e da cultura.

Redi é um estudioso do passado “mais notado do que conhecido, mais citado do que estudado e mais admirado do que amado” (BERNARDI, 2018). Walter Bernardi avalia que a obra do médico italiano se encontra bastante descuidada, carecendo de uma edição completa e com apontamentos críticos e filosóficos. Também o epistolário de Redi, do qual se conhecem apenas parte das cartas do autor, merece edição e publicação completa, incluindo as respostas de seus correspondentes, para que se tenha um panorama mais completo e fiel desse estudioso (BERNARDI, 2018).

Conhecer e compreender o contexto de um pesquisador é importante para que se possa analisar suas contribuições segundo padrões de sua própria época. Isso significa conhecer a sua trajetória de formação e as condições específicas de trabalho, nas quais foram desenvolvidas suas ideias. No caso de Redi, ter informações sobre o modo como desenvolveu seu trabalho na Corte dos Médici, assim como seus interesses, como os apresentados nesta seção, permite conhecer alguns dos aspectos institucionais, econômicos e sociais que determinaram o tipo de pesquisa que realizou¹⁰.

Na próxima seção, será feita uma descrição detalhada da obra. A descrição segue a sequência dos capítulos do livro e está entrecortada de trechos retirados do original.

2.3. Experiências sobre a geração de insetos

Figura 2: Capa do livro original italiano de Experiências sobre a geração de insetos, de autoria de Francesco Redi, publicado em 1668.

Fonte: REDI, 2016.

Francesco Redi, em seu livro *Experiências sobre a geração de insetos*, descreveu de maneira detalhada uma série de experimentos que realizou sobre a geração dos insetos. O livro, na verdade, foi escrito no estilo de uma carta endereçada a Carlo [Roberto] Dati (1619-1676), secretário da *Accademia della Crusca* – uma academia

¹⁰ Mais informações sobre a formação e o trabalho de Redi na Corte dos Medici é fornecida em PRES-
TES; MARTINS, 2018.

literária famosa na Itália da época. Seu estilo de escrita revela sua proximidade com a poesia e sua paixão pela língua italiana, expressas em textos com grande fluidez e sonoridade e também nas citações de diversos poetas e filósofos. Esse seu interesse pelo idioma italiano também explica por que, em pleno século XVII, ele subverteu os costumes vigentes, e publicou primeiro em italiano, depois em latim (PRESTES; MARTINS, 2018).

A “carta-livro” inicia-se com a concepção de Redi sobre a produção do conhecimento. Ele apresenta uma valorização dos sentidos humanos, apontados como dâdivas do “Arquiteto Supremo”, que seriam a porta pela qual se deve buscar a razão, por ser uma via “mais fácil e mais segura”. Dessa forma, os sentidos seriam os parâmetros das observações e experiências, as quais, ressaltou, deviam ser realizadas e analisadas sem considerar concepções anteriores. Defende, portanto, logo no início da obra, uma posição empírica estrita, atendo-se primeiro à observação de determinada situação para só depois dedicar-se à sua análise, como pode-se ler em suas próprias palavras:

Ainda que eu tenha perseguido os estudos da filosofia, com mais fervor de ânimo do que altivez de gênio, sempre empreguei todo esforço e toda precaução possível para que os meus próprios olhos em particular estivessem bem satisfeitos, primeiro por meio de experiências acuradas e contínuas, para depois submeter à apreciação da mente, a matéria do filosofar. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 32)

Ele também se colocou em uma posição de humildade em relação ao conhecimento, apontando, inclusive, que não vislumbrava contemplar toda a complexidade das questões que investigava e que recorreu a contemporâneos para a avaliação de suas proposições:

Desse modo, embora eu não tenha chegado a um conhecimento perfeito de coisa alguma, eu fui longe o bastante para perceber que continuo inteiramente ignorante de muitas coisas que eu supunha conhecer. E quando percebo algum erro nos escritos dos antigos ou na crença dos modernos, eu me sinto tão incerto e irresoluto de meu próprio conhecimento, que não ousei deixar de consultar amigos sábios e prudentes. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 32)

No trecho abaixo, expõe explicitamente esse tipo de consulta àquele a quem endereçou a carta, Carlo Dati, secretário da *Accademia dela Crusca*. Trata-se de uma peça retórica de elogio à pessoa e às suas qualidades intelectuais:

[...] por não querer fiar-me apenas em mim mesmo, mas ser por outro conferido, ocorreu-me, senhor Carlo, recorrer ao senhor, uma vez que me concedeu lugar entre os seus amigos mais íntimos. Ao senhor, em quem todos os homens cultos veem resplandecer um saber soberano tornado robusto pela filosofia, que com variada erudição foi nobremente adornado, que honra a nossa Toscana e não inveja nem ao Lácio seus Varrões, nem à Grécia seus Plutarcos. Eu lhe peço, então, por favor, que nas horas de menor ocupação se dê ao trabalho de ler esta minha Carta, mas de lê-la com a disposição de dar-me o seu parecer sincero, e com ele, os seus conselhos muito sábios e amigos. Com essa ajuda, eu serei capaz de remover todos os assuntos supérfluos e triviais e acrescentar o que for necessário [...]. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 32)

Esses trechos do texto de Redi, permitem-nos compreender sua percepção da filosofia natural e a importância que ele dava à comunicação e à submissão de escritos científicos aos seus pares. O naturalista se mostrava aberto a críticas e pareceu julgar essencial diferentes olhares sobre o conhecimento da natureza.

Em seguida, Redi dedicou-se a fazer uma retrospectiva das concepções dos filósofos “antigos” e “modernos” partidários do surgimento espontâneo dos seres vivos, inclusive dos seres humanos – essa “estranha opinião” que foi sustentada por muitos¹¹. Ele citou diversos pensadores, com destaque aos filósofos gregos, dentre eles, Empédocles (490 a.C.-430 a.C.), Epicuro (341 a.C.-270 a.C.), Demócrito (460 a.C.-370 a.C.) e Platão (428 a.C.-347 a.C.). Redi dedicou algumas páginas de seu texto a essa retrospectiva, procurando indicar as diferentes ideias e discussões de geração espontânea, pelas quais a “mãe terra” tinha a virtude de formar a partir de suas entranhas todo tipo de criatura, desde a mais diminuta, até elefantes.

Finalizando com os filósofos antigos, Redi expõe a doutrina de Epicuro e seus seguidores segundo a qual depois de tanto gerar, a terra:

“[...] envelhecida e exaurida tornou-se estéril; e não possuindo mais forças para gerar os homens e os outros grandes animais perfeitos, manteve, contudo, vigor para poder produzir (além de plantas [...]) certos outros animais pequeninos, como as moscas, vespas, cigarras, aranhas, formigas, escorpiões e outros insetos terrestres e aéreos [...]. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 34).

Em seguida, Redi dedicou-se a estabelecer pontos de consonância e de discordância das escolas dos filósofos antigos e modernos. Uns e outros partilhavam da concepção de geração espontânea de insetos. Entretanto, segundo ele, as escolas divergiam quanto ao “modo pelo qual esses insetos são gerados, ou por qual parte a

¹¹ “Segundo Lactâncio, os estóicos afirmavam que se viu nascer homens nas montanhas, colinas e plano, do mesmo modo que vemos surgirem os fungos” (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 33).

alma lhes aporta” (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 34). Muitas são as posições apresentadas. Alguns diziam que a virtude da geração está em toda parte – que está presente, não apenas na terra, mas em todos os animais, vivos e mortos, incluindo aqueles em putrefação, e em todas as coisas produzidas pela terra. Outros consideravam que a causa da geração estaria na própria putrefação, outros, na “cocção natural” (digestão dos alimentos). Outros ainda, apontavam “causas ativas e eficientes” como uma “alma universal do mundo”, ou uma “virtude geradora da alma sensitiva e vegetativa” (isto é, uma virtude geradora da alma animal e vegetal) que estaria presente em alguns seres pequenos que se desenvolveriam em cadáveres de plantas e animais (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 34). Outro grupo de sábios, ainda, “considerava e considera” que tal geração (espontânea) se daria por meio de diminutas aglomerações (sementes) que teriam sido criadas e disseminadas por Deus, reforçando interpretação do Livro Sagrado (Bíblia) que diz, “Deus criou todas as coisas de uma só vez” (*idem, ibidem*).

Redi apresentou, então, a concepção de William Harvey (1578-1657) de que a geração de todos os seres vivos se daria a partir “do sêmen, assim como de um ovo”, e que esse sêmen poderia ser procedente de um animal de mesma ou de outra espécie:

Primeiro, ele havia dito que esses sêmens [semi] invisíveis eram como átomos voando no ar, disseminados e espalhados aqui e ali pelo vento; embora não diga de onde e a quem devem a sua origem, parece derivar de suas palavras a noção de que os sêmens [semi] que voam fortuitamente pelo vento e são por ele transportados procedem e nascem de um agente não mais unívoco, para usar a linguagem da escola, mas equívoco; [...] É certo que para muitos seria difícil acreditar que Harvey tinha razão, já que afirmam taxativamente que é impossível indicar a causa eficiente da procriação dos insetos [...]. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 35).

Em seguida, Redi retomou as concepções de alguns filósofos de que a geração dos seres vivos só poderia se dar pela presença da “alma”, que seria uma dádiva concedida por Deus. Porém, ele apresentou também a concepção de Galeno (129-199) que, embora não tenha conseguido explicar a origem dos insetos, não tinha razões para acreditar que a mesma “potência e sabedoria” que produz os animais perfeitos poderia se rebaixar para produzir escorpiões, moscas, vermes e outros animais considerados imperfeitos pelos escolásticos.

Encerrando a apresentação das diferentes ideias sobre a geração espontânea, no próximo trecho do texto, Redi apresentou então a sua concepção a respeito da origem dos seres vivos, sejam eles perfeitos ou imperfeitos:

Embora contentando-me sempre em ser corrigido, lá, onde eu cometi erros, por quem é mais sábio nesta ou em qualquer outra coisa, não silenciarei em que, por muitas observações, diversas vezes por mim realizadas, me sinto inclinado a crer, que a Terra, depois de ter dado origem às primeiras plantas e primeiros animais, produzidos nos primeiros dias do mundo por ordem do soberano e onipotente Feitor, nunca mais produziu nenhum tipo dessas mesmas ervas, nem árvores, nem animal algum, perfeito ou imperfeito; e que tudo o que nasceu no tempo passado, e que agora nasce neles ou deles, provém da semente [semenza] real e verdadeira das próprias plantas e animais, os quais por meio do próprio sêmen [seme] de sua espécie conservam-se. E se todos os dias notamos nos cadáveres de animais e de todo tipo de ervas, flores e frutos pútridos e corrompidos, um número infinito de vermes sendo produzidos,

[...] não vêes que
os corpos se desagregam com o tempo, se liquefazem por
ação do calor
e se convertem em pequenos animais¹².

Digo ainda, que eu me sinto inclinado a acreditar que esses vermes são todos gerados do sêmen [seme] paterno, e que as carnes, as ervas e outras coisas putrefatas ou passíveis de putrefação não possuem outra função na geração dos insetos do que a de servir de lugar ou ninho adequado, no qual, pelos animais em tempo de procriarem, são levados e nascidos os vermes ou os ovos ou as outras sementes [semenze] dos vermes, os quais, assim que nascem, encontram nesse ninho alimento suficiente e muito útil para nutrir-se; e se em tal ninho não são levadas pelas mãos essas sementes [semenze] acima mencionadas, nada, absolutamente nada, é gerado e nasce. E para que o senhor Carlo possa bem ver a verdade do que digo, passo a descrever agora minuciosamente alguns poucos desses insetos, dentre os mais comuns e conhecidos. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 36).

Neste trecho, Redi declarou sua crença de que todo e qualquer organismo vivo que possa observar seria proveniente de uma semente que teria sido formada por um outro organismo vivo. Para ele, matérias em putrefação seriam ninho e alimento para os novos indivíduos. Percebe-se que ele não negou a ação do Criador, mas a restringiu à formação dos primeiros seres vivos, depois dos quais, todos passaram a nascer de sementes ou ovos.

Como se pôde notar, no trecho acima manifesta-se a paixão de Francesco Redi pela poesia, entremeando sua argumentação com versos de autores clássicos latinos. Redi escolhe cuidadosamente versos que convergem com o ponto de vista exposto,

¹² Ovídio, *Metamorfosi*, XV, vv. 362-363. O poema foi citado por Redi em latim e a autoria reconhecida em tradução francesa do *Experiências sobre a geração de insetos*, realizada por André Sempoux, publicada em 1970. A tradução ao português foi realizada por Domingos Lucas Dias (Ovídio, *Metamorfoses*, São Paulo: Editora 34, 2017, p. 811) e retirada de PRESTES; MARTINS, 2018, p. 36.

mostrando acreditar que encontra nos poetas argumento de autoridade para as suas ideias.

Redi seguiu seu texto relatando de maneira minuciosa suas observações e experimentos, citando as datas, a proveniência dos organismos deixados em putrefação para que pudesse acompanhar o surgimento de vermes e descrevendo forma, tamanho e cor dos vermes que observou. Em seu primeiro relato, constatou que, na caixa em que havia deixado cobras em putrefação e nas quais havia observado o aparecimento de alguns vermes, um pequeno furo havia permitido que tais vermes saíssem, ficando ele sem saber para onde foram. Perante essa situação indesejada, ele repetiu o procedimento, garantindo, dessa vez, que todas as caixas estivessem devidamente vedadas. Nessa segunda observação, acompanhou o surgimento dos vermes e sua alimentação a partir das cobras em putrefação. Após findar a carne que servia de alimento aos vermes, observou que estes tentaram “desesperadamente” sair daquele local e, não encontrando espaços para escapar, haviam se tornado imóveis e se “enrugado”, transformando-se em estruturas similares a ovos. Redi descreveu essas estruturas e suas mudanças, passando a se assemelhar a crisálidas, aurélias ou ninfas, as quais se transformam em bichos da seda.

O naturalista colocou então algumas dessas estruturas em potes de vidro fechados com papel e seguiu acompanhando o que acontecia:

No final de oito dias, cada ovo de cor vermelha rompia a casca e deixava escapar uma mosca acinzentada, ainda aturdida, ou melhor, um esboço ainda não bem terminado de mosca, com asas ainda não estendidas. Em menos de um quarto de hora, as asas estavam estendidas e expandidas na proporção justa daquele pequeno corpo que, ao mesmo tempo, havia adquirido a simetria conveniente e natural de suas partes; e quase todo reorganizado, tendo perdido aquela cor cinza desbotada, havia se vestido de um verde muito vivo e maravilhosamente brilhante; e o corpo todo havia dilatado e crescido tanto que parecia impossível ter cabido no interior daquela pequena casca. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 37).

O trecho em questão descreve a saída de moscas das estruturas vermelhas observadas. Redi seguiu descrevendo a saída de outras moscas, diferentes destas, de outras estruturas de cores e formatos diferentes. Essas observações acabaram por intrigá-lo ainda mais, ao passo que repetiu os experimentos com caixas contendo diversos animais mortos: duas cobras como as citadas acima, um pombo, vitela, carne de cavalo, um porco e um coração de cordeiro, passando então a observá-las e a descrever o que se passava em cada uma das caixas. Em todos os casos observou o

mesmo processo – formação de “ovos” com a posterior saída de moscas deles – porém a saída das moscas variou em termos de dias e também as moscas que saíram variaram em cor e tamanho.

Redi seguiu com inúmeras outras observações com os mais variados animais deixados para apodrecer. Em todos os casos observou o processo descrito e, a partir dessas observações, relatou sua conclusão:

Eu comecei então a especular se todos os vermes que nascem sobre as carnes não proviriam do sêmen [seme] das moscas e não das próprias carnes putrefatas. Mais me intrigava essa especulação pelo fato de que, em todas as gerações que fiz nascer, eu sempre havia visto sobre as carnes, antes de se contaminarem de vermes, pousarem moscas da mesma espécie daquelas que depois nasciam. Mas seria vã a dúvida se a experiência não a tivesse confirmado. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 40)

Redi apresentou aqui sua tese de que os vermes que surgiam sobre a carne putrefata seriam oriundos de sementes das moscas e não da própria carne. Ele relatou ainda que sempre vira moscas que saíram dos “ovos” [pupas] semelhantes [da mesma espécie] às moscas que pousavam sobre a carne.

Foi então que ele passou a descrever os experimentos que, geralmente, são apresentados em livros didáticos e que lhe conferem fama.

Em meados de julho [de 1665], eu coloquei em quatro garrafas de boca larga uma serpente, alguns peixes de água doce, quatro enguias do Arno e um pedaço de vitela; depois, tampei muito bem as aberturas com papel e barbante, bem fechado; em outras garrafas coloquei outro tanto das mesmas coisas e deixei-as abertas. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 40).

No caso desse experimento, Redi observou o aparecimento de vermes apenas nas garrafas que haviam sido deixadas abertas, enquanto as garrafas fechadas permaneceriam sem vermes mesmo muitos meses após terem sido fechadas.

Novamente repetidos os experimentos descritos, com os mais diversos organismos em decomposição – inclusive os próprios “ovos” em que os vermes se transformavam macerados e as próprias moscas que deles saíam esmagadas – o mesmo foi observado: enquanto nos potes, frascos e caixas abertos surgiam muitos vermes, nos recipientes fechados nada se observava e, muitas vezes, os animais deixados neles permaneciam conservados quanto à forma, estruturas e coloração.

[...] jamais apareceu qualquer coisa nos recipientes fechados, enquanto nos abertos nasceram vermes que se transformaram em ovos e depois em moscas da mesma espécie, das quais nasceram os vermes. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 41).

Redi se mostrou bastante confiante de que os vermes que surgem em matéria putrefata têm sua geração unívoca, isto é, são provenientes de outros seres semelhantes, por meio da deposição de ovos.

Com base nessas observações, ele questionou a colocação de Athanasius Kircher (1601-1680)¹³ de que moscas poderiam se fazer nascer a partir de seus próprios cadáveres. Questionou também sobre a eclosão de moscas a partir dos vermes sem que antes passassem por um estágio de “ovo”¹⁴.

Eu não compreendo como os pequeninos vermes descritos por Kircher se transformaram em moscas pequenas sem antes, no intervalo de alguns dias, terem se convertido em ovos; não compreendo ainda, ingenuamente confessando a minha ignorância, como aquelas moscas puderam ter nascido tão pequenas e depois tenham crescido, porque todas as moscas, mosquitos e borboletas saem de seu ovo, eu o vi milhares de vezes, com o mesmo tamanho que conservam durante toda a sua vida. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 41).

No trecho que se segue, o pesquisador explanou sobre a crença de que homens poderiam, à semelhança do que propunha Kircher, surgir a partir de cadáveres de outros homens. Ele criticou essa crença e citou que o próprio Kircher havia refutado concepções como as de Paracelso¹⁵ de que homens poderiam ser gerados “nos alambiques de alquimistas”, reforçando sua posição de que não se pode gerar certos seres sem que haja uma semente oriunda de um ser vivente.

Em seguida, Redi apresentou uma nova série de experimentos, dessa vez mantendo as caixas e frascos cobertos com um véu bem fino para não impedir a entrada de ar.

Para não restar nenhuma dúvida ou qualquer oposição que pudesse ser levantada em razão dos testes terem sido feitos em recipientes fechados, nos quais o ar ambiente não podia entrar ou sair, nem se renovar livremente, quis ainda tentar novas experiências. Eu coloquei carnes e peixes dentro de um recipiente bem grande e para que o ar pudesse entrar, eu o cobri com um véu bem fino de Nápoles; coloquei-o então no interior de uma caixa, como um guarda-comida, coberta apenas com véu do mesmo tipo. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 42).

¹³ Athanasius Kircher (1601-1680) foi um jesuíta de origem alemã dedicado à matemática, física, alquimia e invenções.

¹⁴ Caso da utilização do termo “ovos” para designar o que conhecemos atualmente como pupas.

¹⁵ Paracelso é pseudônimo de Phillipus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim (1493-1541), suíço-alemão, dedicou-se à medicina, botânica, alquimia, astrologia. Suas teorias eram relacionadas ao neo-platonismo italiano do Renascimento.

Novamente ele constatou o não surgimento de vermes nesses recipientes, mesmo estes tendo sido visitados por moscas que depositavam ali seus ovos ou vermes. Ele relatou que os vermes se agitavam em cima do primeiro véu e que dois deles teriam conseguido atravessar essa primeira barreira e ficaram se agitando sobre o segundo véu.

Redi passou então a uma discussão específica sobre o ciclo de vida de algumas moscas. Ele apresentou a concepção de Scaliger (1484-1558)¹⁶ de que as moscas sempre procriariam vermes vivos e não ovos. Para explicar o “engano” cometido por Scaliger, ele se remeteu às suas observações e concluiu que certas “raças” de moscas produziram vermes vivos enquanto outras colocariam ovos. Ainda nessa discussão, ele apresentou a afirmação de Honoré Fabri (1607-1688)¹⁷ de que as moscas sempre poriam ovos e nunca vermes.

Esse ponto do texto de Redi permite discutir uma concepção equivocada sobre esse pesquisador, a de que ele teria sido o responsável pela primeira descrição do ciclo de vida de moscas. Ao trazer essa discussão, Redi fez referência a outros pesquisadores contemporâneos que também se dedicaram ao estudo do ciclo de vida desses seres, mostrando que o tema fora tratado também por outros indivíduos, constituindo um tema de interesse da época, não uma investigação exclusiva sua.

Na terça parte final de sua carta-livro, Redi retomou sua concepção contrária à geração de insetos a partir de carne putrefata, entretanto, fez uma ressalva quanto a vermes que surgem em fungos vivos e nas galhas de plantas. Para esses casos, ele defendeu a existência de uma virtude nos fungos e nas plantas que teria a capacidade de gerar esses vermes.

Qualquer que seja a causa eficiente que produz esses vermes em fungos vivos, eu, de minha parte, acredito ser a mesma que os gera nas plantas vivas e seus frutos, também vivos, sobre a qual variadas são as opiniões dos filósofos e daqueles que investigaram a virtude das plantas ou sua verdadeira natureza. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 43).

Especificamente quanto aos vermes observados nos vegetais, Redi apresentou duas possibilidades:

¹⁶ Julius Caesar Scaliger (1484-1558), médico, naturalista e humanista italiano.

¹⁷ Honoré Fabri (1607-1688) foi um jesuíta francês dedicado a estudos de matemática, física e astronomia.

[...] os frutos, os legumes, as árvores e as folhas tornam-se cheios de vermes de duas maneiras. Uma, porque os vermes vêm de fora e, procurando alimento, abrem caminho para a mais interna medula dos frutos e lenhos. A outra maneira, que eu estimo não conter nada de irracional para acreditar, é que aquela alma ou aquela virtude, que gera as flores e os frutos nas plantas vivas, seja a mesma que gera também os vermes dessas plantas. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 44).

Percebe-se, nesse trecho, que Redi concebeu que alguns dos vermes observados nas plantas teriam vindo de fora, entretanto, acreditava também que parte deles podia ser gerada pela própria planta, pela mesma “alma ou virtude” que gera os frutos. Dessa maneira, é possível notar que o pesquisador, embora defendesse veementemente a geração unívoca dos vermes em carnes putrefatas, ou seja, *mortas*, apresentava uma concepção diferente, equívoca, para o surgimento de alguns vermes nas plantas e em fungos vivos. Para ele, esse posicionamento não era contraditório, como podemos observar no trecho que se segue:

Eu não imagino que esta minha ideia seja paradoxal. Basta pensar na grande variedade de bolotas [...] que produzem os carvalhos, sobreiros, faias [...] e outras árvores que produzem bolotas semelhantes, e fica claramente evidente que a primeira e principal intenção da natureza é abrigar no interior dessas excrecências o desenvolvimento de um animal voador. [...] Essas diversas considerações me fizeram mudar de opinião. Parece-me mais provável que a geração desses animais nascidos das árvores não sejam uma geração ao acaso, nem feita pelos sêmens [*semi*] depositados pelas moscas grávidas sobreviventes. [...] Constata-se que os vermes das bolotas recebem seu fomento vital do próprio carvalho. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 44).

Ainda reforçando seu posicionamento quanto à capacidade de gerar vermes que as plantas deveriam possuir, Redi dedicou-se a uma explanação acerca de uma colocação que poderiam fazer em relação a essa concepção: a ideia, amplamente difundida em algumas escolas, de que seres “menos nobres” (como as plantas) não poderiam gerar seres “mais nobres” (como os animais). Já se adiantando a essa possível crítica, afirmou que é possível que as plantas possuam, além de uma virtude vegetativa, também uma virtude sensível, que as capacitariam a gerar tais animais. Redi está propondo uma modificação na concepção aristotélica, aceita até então, de que os vegetais só possuem alma vegetativa, responsável pelo crescimento e procriação, enquanto os animais possuem, além da alma vegetativa, a alma sensitiva, responsável pelos movimentos e sensações.

Após essa explanação, ele retomou suas concepções, agora de forma conjunta, explicando o surgimento de seres vivos sob as duas perspectivas já tratadas:

Se essas sementes [*semenze*] não foram transportadas, nada se verá nascer, como eu disse em outras ocasiões, nem das ervas, nem das carnes podres, nem de qualquer outra coisa que naquele momento não viva atualmente. Ao contrário, se viver e se for verdadeiramente animado, poderá produzir dentro de si algum verme, como nas cerejas, nas peras e nas ameixas, nas bolotas do carvalho, carvalho vermelho, sobreiros, faias, têm nascimento aqueles vermes que se transformam em borboletas, em moscas e em outros pequeninos animais voadores semelhantes. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 45).

O naturalista italiano mostrou-se bastante convencido de suas colocações e as apresentou sem ressalvas. A manutenção de uma concepção que suporta duas formas distintas de geração em nada diminui a relevância de seus experimentos e nem descredita sua defesa da geração unívoca para os vermes que surgiam nas carnes em putrefação. Redi foi bastante coeso em suas colocações, afirmando que apenas aquilo que é vivo pode ter a capacidade de gerar outra forma de vida, seja ela semelhante ou não. Nesse sentido, seguindo a lógica do pesquisador, não se pode, de fato, estabelecer qualquer paradoxo em suas colocações. Portanto, a omissão da sua concepção completa – observada em alguns livros didáticos¹⁸ – não se justifica.

Redi ainda aplicou sua concepção ampliada de geração para explicar o surgimento de vermes em intestinos e outros órgãos de diversos animais, entre eles o ser humano.

Da mesma forma, pode ser verdade, e estou disposto a acreditar, que lombrigas e vermes nascem nos intestinos e em outras partes dos homens; no fel e nos vasos do fígado dos carneiros muitas vezes ganham vida aqueles vermes chamados pelos açougueiros de “pequenas cobras” [*bisciuole*]; e nas cabeças de cervos e ovelhas, são quase sempre encontrados aqueles outros vermes desagradáveis. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 45).

Assim, após apresentar suas concepções, Redi encerrou sua carta – que o mesmo julgava já extensa e compondo um livro – dizendo que esperava não ser condenado por ter expressado opiniões contrárias às de muitos estudiosos contemporâneos e predecessores.

Eu não gostaria, isto sim, que me culpem por eu ter expresso, talvez muito francamente, o meu parecer sobre algumas opiniões dos mais renomados mestres de nosso século e dos séculos passados. Cada um é livre para manter a opinião que mais lhe agrada, e eu não creio que isso seja ruim ou prejudique a estima e o respeito que tenho sobre eles. Na verdade, aqueles que não tem o espírito de tirania não devem, em torno das especulações naturais,

¹⁸ Observado nas coleções Teláris (editora Ática), Companhia das Ciências (editora Saraiva), Investigar e Conhecer (editora Saraiva), entre outras voltadas aos anos finais do Ensino Fundamental II e também em livros voltados ao Ensino Médio, tais como o de autoria de Fernando Gewandszader (editora Ática) e o de autoria de Sônia Lopes (editora Saraiva).

desdenhar dessa liberdade de proceder na república filosófica, que visa apenas traçar a verdade. (REDI *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 46).

Este trecho nos permite notar, novamente, uma retórica de humildade, que deve ser entendida lembrando-se que por muitos séculos a palavra dos sábios antigos não podia ser contestada. Ainda assim, ele se manteve convicto em suas colocações e julga que as mesmas não representavam desrespeito em relação a pesquisadores que defendiam ideias contrárias.

Sobre as diferentes concepções apresentadas pelo pesquisador, não se pode dizer que sejam, de fato, conflitantes. Isso porque a explicação para o surgimento de galhas e alguns vermes não contradiz sua concepção de que os seres vivos não são originados de matéria inanimada – como era o caso das carnes em putrefação. Redi defendeu que todas as formas de vida que surgem são oriundas de outros seres vivos e não de matéria bruta e nem mesmo de matéria orgânica que não disponha mais de vida (PARKE, 2014). Redi aceitava, sem grandes questões, que alguns seres vivos possuiriam uma habilidade de gerar seres diferentes, mas que a matéria sem vida jamais teria essa capacidade.

Alguns aspectos da Natureza da Ciência podem ser evidenciados a partir de uma análise contextualizada dos trabalhos de Redi. Dentre eles, a influência do contexto sociocultural e econômico – Francesco Redi usufruía das instalações da residência dos Medici, e isso influenciou suas pesquisas. Também se evidencia o caráter tentativo e provisório da ciência, quando se analisa o trabalho desse pesquisador e se percebe a proposição de concepções ampliadas para situações em que sua concepção principal não era capaz de explicar – ou que o conhecimento sobre esses casos específicos não era suficiente para estabelecer relações diretas com essa concepção principal. Outros aspectos, que estão mais relacionados ao caráter provisório da ciência e à concepção de ciência como uma construção humana e coletiva, serão mais detidamente abordados durante as comparações das ideias de Redi e de alguns de seus contemporâneos.

2.4. A discussão sobre a geração dos seres vivos no século XVII

O século XVII é tido como o marco inicial das ciências modernas, por significar rupturas metodológicas e epistêmicas com a construção de conhecimentos anterior. Constituiu uma fase de grandes mudanças, dando início aos processos de institucionalização das ciências como praticada até os dias atuais. É durante esse século que os estudiosos passam a tomar a natureza de forma diferente, abordando-a empiricamente, isto é, por meio de observações e experimentos e não mais segundo o caráter especulativo da teologia escolástica e da concepção divina do universo (ALFONSO-GOLDFARB, 1989).

Ao lado desta nova visão, os tempos pós-feudais exigiram novas tecnologias. Navios, canhões, armas leves, mapas náuticos, relógios, etc. E, assim, a ciência, outrora parte da filosofia, iniciou a elaboração de uma metodologia experimentalista [...] Ao mesmo tempo, lentamente, foi se distanciando do caráter especulativo da filosofia, buscando [...] [conhecimentos provenientes] da prática dos artesãos, engenheiros, artistas, matemáticos, cartógrafos e outros práticos. Estava nascendo a ciência moderna. (NASCIMENTO e SOUZA, 2012, p. 15).

No que tange a ciência, o século XVII apresentou uma grande produção de conhecimento, permeada por intensas discussões sobre os mais variados temas e pelo desenvolvimento de técnicas experimentais que se sofisticaram até os dias atuais. Também a comunicação científica ganha corpo com a criação de instituições como a *Royal Society of London* que, mesmo antes de ser oficialmente fundada – em 1662 – já apresentava reuniões informais entre professores de geometria, astronomia, física, entre outros (KLEPKA, CORAZZA, 2017).

O grupo seguia os pressupostos filosóficos de Francis Bacon (1561-1626), fugindo de especulações teóricas vazias e buscando o conhecimento empírico por meio da observação e da experimentação direta e controlada da natureza. A importância da *Royal Society* para sua época consistia, entre outras coisas, em ser independente, pública, em promover e difundir a investigação científica de modo a romper barreiras territoriais. (KLEPKA, CORAZZA, 2017, p. 42).

Em conjunção a essas rupturas, ou descontinuidades, com o conhecimento da natureza anterior, houve também a permanência de elementos antigos. O grande químico experimental da *Royal Society*, Robert Boyle (1627-1691), não deixou de fundamentar-se em pressupostos metafísicos (ZATERKA, 2004). Especialmente no que se refere ao estudo dos seres vivos, a escolástica foi suplantada pela retomada das obras

originais de Aristóteles, disponibilizada pelas traduções do grego e do árabe para o latim, a partir do século XIII. As suas obras biológicas foram tomadas como referência por todo naturalista, ainda que para corrigir muitas de suas afirmações sobre os organismos. Contudo, o mais importante é que a metodologia de estudo e as questões de investigação de Aristóteles nortearam a retomada do estudo direto dos organismos vivos pelos modernos (BALME, 1987; MARTINS, 1990; LENNOX, 2001; GOTTHELF, 2012; LEROI, 2014; LEHOUX, 2017; PRESTES, no prelo).

Nesse contexto, o tema da geração dos seres vivos despertou grande interesse dos filósofos naturais do século XVII e tornou-se o tópico preponderante de investigação de animais e plantas do século XVIII (PRESTES, 2003). A ideia que provinha da Antiguidade sobre a geração dos seres vivos a partir de elementos não-vivos continuava amplamente aceita nos séculos XVI e XVII (NASCIMENTO JÚNIOR e SOUZA, 2012). Sendo assim, filósofos naturais como Jerônimo Cardano (1501-1576), Ambrósio Paré (1517-1590), Francis Bacon (1561-1626) e Spieghel (1578-1625), seguindo a vertente da época, a aceitavam (MENEZES, 1992).

Em outra mão, mas ainda compartilhando de uma concepção “equivoca” dos seres vivos,

[...] vários foram os pensadores que sustentaram a ideia de um princípio vital na explicação da origem dos seres vivos. Giordano Bruno (1548-1600) considerava a terra e as estrelas como seres vivos, estando em todas as coisas a alma do mundo. Paracelso (1593- 1641) adotou o arqueísmo, segundo o qual os fenômenos vitais são produzidos e regidos por uma força, um espírito imaterial denominado “arqueu”. William Harvey (1578-1657) acreditava que havia um princípio vital no sangue (HARVEY, 1847). Desta mesma tradição compartilhava Jan Van Helmont (1577-1644). (NASCIMENTO JÚNIOR e SOUZA, 2012, p. 8).

Pensadores mecanicistas, como Descartes (1596-1650), apesar de negarem a existência de um princípio vital, também aceitavam a geração espontânea como explicação para a origem dos seres vivos (ZAIA, 2003). Outros pesquisadores, entretanto, defendiam a geração unívoca para a maior parte dos seres vivos. Descartes, apesar de ter se utilizado da explicação de William Harvey (1578-1657) sobre a circulação do sangue, elimina dessa explicação a ideia de que o sangue possua um “fluido vital”, estabelecendo importantes diferenças entre os pensamentos dos dois (PINTO, 2009; HALL, 1988). Para Descartes, as funções do corpo, assim como todo o universo, deveriam ser pensadas com base na forma e movimento de suas partes, caracterizando uma visão fisicalista do organismo (DONATELLI, 2008).

ALMEIDA; MAGALHÃES exemplificam o debate sobre a geração dos seres vivos citando Robert Hooke, que defendia, assim como Francesco Redi, concepção alinhada à geração unívoca. Entretanto, aceitavam a geração equívoca de insetos em certos casos, como nas galhas de plantas. Em contraponto a essa concepção, os autores citam Athanasius Kircher (1602-1680), defendendo de forma contundente a geração equívoca.

Um dos mais influentes teóricos da geração espontânea no século XVII foi o jesuíta Athanasius Kircher (1602-1680) que, sob a influência das ideias paracelsianas, concebia que a “semente universal” da vida tinha a natureza de um “vapor sulfuro-salino-mercurial”. Este vapor era, para Kircher, dotado de um “espírito arquitetônico” (“spiritus architectonicus”). Tal teoria, segundo Hirai (2007), deve ser considerada como parte da tradição renascentista do conceito de “semente”, desenvolvido por filósofos químicos paracelsianos para interpretar a criação de acordo com o livro do Gênesis. (ALMEIDA; MAGALHÃES, 2010, p. 373).

Apesar de pouco conhecido, outro pesquisador da época que discutiu o tema foi Philippo Bonanni. Pupilo de Athanasius Kircher, Bonanni defendia a geração equívoca dos seres vivos e foi um crítico ferrenho de Redi, como já mencionado no início deste capítulo.

Destacaram-se, também, estudiosos como Marcelo Malpighi (1628-1694), que descreveu a forma e a função de inúmeras estruturas animais. Essas descrições, foram utilizadas por diversos pesquisadores, inclusive sendo incorporadas à discussão sobre a geração dos seres vivos, principalmente no que tange às galhas de plantas descritas por Malpighi (NASCIMENTO JÚNIOR e SOUZA, 2012).

Percebe-se que as discussões em torno da geração dos seres vivos durante o século XVII eram bastante acirradas e havia variações das concepções defendidas, pró e contra a geração espontânea.

A partir desse panorama, e considerando os objetivos da presente pesquisa, foram selecionados três pesquisadores contemporâneos a Francesco Redi para realização de uma breve análise. Essa análise objetiva uma maior contextualização dos trabalhos de Redi, vislumbrando um diálogo possível entre esses pesquisadores. Os estudiosos escolhidos foram Robert Hooke, William Harvey e Philippo Bonanni. A escolha se deu de forma a valorizar os trabalhos de pesquisadores que já são, tradicio-

nalmente, abordados no ensino básico – Robert Hooke por suas observações microscópicas e William Harvey por suas explicações sobre a circulação sanguínea – e também garantir a apresentação de diferentes concepções sobre o mesmo tema – Hooke e Harvey com concepções próximas às de Redi e Filippo Bonanni com uma concepção conflitante à de Redi, inclusive estabelecendo críticas a suas ideias e experimentos. Uma breve biografia e as concepções de cada um desses pesquisadores serão apresentadas a seguir, estabelecendo, sempre que possível, relações com as concepções defendidas por Francesco Redi.

2.4.1. Robert Hooke (1635-1703)

Figura 3: Retrato de Robert Hooke (1635-1703).

Fonte: MARTINS, 2011.

Robert Hooke foi um importante pesquisador do século XVII. Físico inglês, nascido em 1635, esse estudioso destacou-se tanto por suas contribuições teóricas quanto por suas invenções. Possuidor de grande habilidade para construir instrumentos, construiu uma bomba de ar que auxiliou o químico Robert Boyle em experimentos que o ajudaram a enunciar a lei sobre os gases. Dentre suas construções, pode-se também destacar o microscópio que, apesar de ter sido primeiramente desenvolvido por Jans e Zacharias Janssen, teve pouca exploração durante setenta anos e fora “reinventado” pelo pesquisador, com inovações relevantes como partes removíveis

em que as lentes podiam ser trocadas conforme a conveniência. Com uma curiosidade insaciável, utilizou o microscópio para observar, descrever e ilustrar minuciosamente diversos objetos diferentes como cristais de gelo, fio de cabelo, assim como insetos (incluindo a metamorfose da larva do mosquito), vermes, fungos e a cortiça – casca da árvore *Quercus suber*, conhecida como sobreiro – que lhe rendeu mais fama na posteridade. Todas essas observações microscópicas foram compiladas no livro *Micrographia: or some physiological descriptions of minute bodies*, publicado em 1665 (HOOKE, 2003; TAVARES, PRESTES, 2012; ARAÚJO et al., 2013; AZEVEDO et al., 2013; PRESTES, 2017; INÊZ, 2019).

É comum encontrar referências a Hooke como sendo o “descobridor” da célula ou o enunciador da teoria celular. Entretanto, não se pode dizer que o que Hooke observara nas estruturas microscópicas dos vegetais fossem de fato células. Ele atribuiu função a essas estruturas: a condução de sucos nos vegetais, de forma análoga ao que acontece nos vasos dos animais. Nesse ponto, vale ressaltar que Hooke estabeleceu uma generalização, mas essa generalização não se refere à célula ou à existência de células em todos os vegetais, e sim a uma necessidade de existência de vasos nesses organismos (PRESTES, 1997; HOOKE, 2003; ALMEIDA; MAGALHÃES, 2010). Além disso, os sentidos que atribuímos hoje em relação ao termo “célula”, em nada se devem às observações de Hooke. Eles são resultado de trabalhos posteriores, que culminaram na elaboração de uma teoria celular por Teodor Schwann (1810-1882), com aporte das ideias e observações de Mathias Schleiden (1804-1881), no século XX (PRESTES, 1997).

Apesar de Hooke ser amplamente conhecido por suas observações microscópicas, como a da cortiça, suas investigações não se restringiram ao uso do microscópio. Ele realizou observações e descrições minuciosas também em relação ao desenvolvimento (larva e pupa) de um mosquito culicídeo, inclusive de sua metamorfose. Procurando explicar o fenômeno da metamorfose, Hooke estabeleceu analogias inclusive com o desenvolvimento de galhas em vegetais. Nesse contexto, ele discutiu também a controversa questão da geração espontânea dos insetos (ALMEIDA; MAGALHÃES, 2010).

Hooke defendia, a partir de suas observações da metamorfose de mosquitos, que eles surgiam a partir de ovos ou sementes, e não espontaneamente. Ele, ainda,

generalizou essa concepção a “todas as coisas que supúnhamos serem geradas da corrupção e putrefação”.

E a primeira é, será que todas essas coisas, que supúnhamos serem geradas da corrupção e putrefação, não se pode supor que sua origem seja tão natural como aqueles mosquitos, que, muito provavelmente, foram colocados na água, na forma de ovos. Essas sementes ou ovos devem ser certamente muito pequenos, (...) observei alguns daqueles jovens que devem ter sido gerados depois que a água foi encerrada em uma garrafa e, portanto, muito provavelmente gerados a partir dos ovos, considerando-se que essas criaturas foram geradas a partir da corrupção da água, não sendo anteriormente conhecido um modo provável, pelo qual pudessem ser gerados. (HOOKE, [1665], 1961, p. 220).

Apesar dessa concepção que Hooke parece defender de forma bastante enfática, ele ainda manteve uma concepção alinhada à geração equívoca no que se refere às galhas das plantas – considerando que o vegetal poderia converter-se em uma espécie de útero que propiciava o desenvolvimento das sementes dos insetos – e aos vermes que surgiam em diferentes situações (ALMEIDA; MAGALHÃES, 2010; BRITO, 2008).

Assim encontramos os humores e substâncias do corpo em putrefação produzindo estranhas espécies de vermes móveis: a putrefação das secreções e sucos do estômago e dos intestinos produzem vermes muito semelhantes às minhocas (...) O sangue, o leite e outros humores produzem outras espécies de vermes, pelo menos se devemos acreditar naquilo que nos deixaram autores muito famosos; embora, confesso, nunca fui capaz de descobrir essas coisas por mim mesmo.

(...) pode, por certo instinto da natureza, lançar uma espécie de princípio seminal, o qual, cooperando com várias espécies de substâncias em putrefação, pode produzir várias espécies de insetos ou corpos animados: pois encontramos, em muitas espécies desses graus inferiores de corpos animados, que as substâncias em putrefação em que esses ovos, sementes ou princípios seminais são depositados pelos insetos tornam-se como se fossem as matrizes ou úteros que conduzem a sua geração.

Mas que as substâncias animais em putrefação possam produzir animais de uma espécie inferior não vejo nenhuma grande dificuldade e podemos admiti-lo sem nenhum absurdo. (HOOKE, [1665], 1961, p. 57).

Percebe-se, a partir dessa explanação, que Hooke, a partir de suas próprias observações, mantinha uma concepção sobre a geração dos insetos semelhante à de Francesco Redi. Como o italiano, concebeu que alguns organismos podiam ser gerados no interior de organismos diferentes. Enquanto para Hooke tratava-se da combinação de um espírito seminal com substâncias em putrefação, para Redi nada morto, em putrefação, poderia originar outro ser vivo. Também no que diz respeito ao surgimento de vermes e das galhas das plantas, ambos mantiveram uma concepção am-

pliada que, apesar de não ser totalmente coincidente à concepção da geração equívoca, pressupõe a capacidade de certos seres originarem outros organismos diferentes, a partir de alguma substância ou princípio vital.

A análise das ideias desse pesquisador e as comparações com as concepções defendidas por Francesco Redi nos permite destacar alguns aspectos da natureza do fazer científico, tais como – novamente – a influência do contexto sociocultural e econômico – que se explicita no fato de mais de um pesquisador ter investigado, de forma independente, o mesmo tema, realizando observações semelhantes e chegando a conclusões muito próximas, apontando que a temática era um interesse comum da época – e também a concepção de ciência como construção humana e coletiva, uma vez que muitos esforços, de diversas partes do mundo foram dedicados à uma mesma questão e podem ter influenciado de maneiras diferentes seus próprios contextos.

2.4.2. William Harvey (1578-1657)

Figura 4: Retrato de William Harvey (1578-1657).

Fonte: WILLIAM HARVEY, c. 2014.

William Harvey estudou artes e medicina em Goinville e em Caius College, Cambridge, de 1593 a 1599. Saiu da Inglaterra para completar seus estudos na Universidade de Pádua, principal escola de medicina da Europa na época (GILLISPIE, 2007).

Harvey tinha um grande interesse não só na medicina, mas também na filosofia natural, tendo sido um observador de todas as formas de vida animal. Os primeiros registros de suas pesquisas datam de 1616, com anotações para uma conferência sobre anatomia humana (GILLISPIE, 2007). Sua pesquisa com a anatomia, incluía, seguindo a metodologia de Aristóteles, a análise das funções das partes do organismo dissecado, discutidas à luz dos autores anteriores. Muitos de seus manuscritos foram perdidos, seja no saque às salas de *White Hall*, em 1642, seja no incêndio ocorrido na Biblioteca Real de Médicos. Em 1628, Harvey publicou seu trabalho mais conhecido, *Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* (*Estudo anatômico do movimento do coração e do sangue nos animais*), também conhecido como *De Motu Cordis*, no qual descreve de forma detalhada a circulação do sangue, a partir de dissecações e vivisseções (GILLISPIE, 2007; HARVEY, 1999).

Harvey também se dedicou ao estudo dos aspectos reprodutivos dos seres vivos. Nos estudos sobre animais ovíparos, que se concentraram principalmente em aves domésticas, também como Aristóteles, procedeu à observação do desenvolvimento do embrião no interior do ovo da galinha. Harvey considerou o ovo como agente gerador primário, e não mais o sêmen e o sangue menstrual, como se considerava à época. Dessa forma, Harvey considerava o ovo uma entidade viva, uma fase do ciclo de vida desses organismos. Para ele, o ovo consistia em uma substância corpórea dotada de um potencial de vida. Esse princípio vital seria transferido à primeira gota de sangue, que se origina a partir da cicatrícula que aparece primeiro na gema do ovo fecundado, e passa, então, a ser inerente a ele (GILLISPIE, 2007).

Em meados do século XVII, passou a investigar embriões de cervas grávidas – mortas por caçadores – e passou a defender a ideia de que tudo provém de um ovo, abordando a reprodução dos ovíparos como modelo para a interpretação da reprodução dos vivíparos (NASCIMENTO JÚNIOR e SOUZA, 2012; GILLISPIE, 2007). Em seu trabalho *Anatomical Exercises on The Generation of Animals* (*Estudos anatômicos sobre a geração de animais*), de 1651, ele defendeu que há sempre uma substância material a partir da qual se forma o feto. Porém, ele concebeu que existia um

potencial divino no ovo, um princípio vital, assim como acreditava existir no sangue (HARVEY, 1651 *apud* WILLIS, 1847). A analogia estabelecida por Harvey entre o ovo dos ovíparos e o desenvolvimento do embrião dos vivíparos permite estabelecer a conclusão de que em todos os seres vivos o papel dos pais na reprodução é indireto: produzir um ovo, um embrião ou uma semente fértil (GILLISPIE, 2007; HARVEY, 1651 *apud* WILLIS).

Portanto, sem dúvida, as mesmas coisas acontecem no engendramento de ovos que ocorrem no começo de todas as coisas vivas, a saber: elas são principalmente constituídas por seres externos e preexistentes; mas tão logo sejam dotados de vida, bastam para seu próprio alimento e crescimento, e isso em virtude de peculiares forças inerentes, inatas, implantadas desde o princípio (...)

O que já foi dito sobre o princípio vital parece claramente proclamar que o ovo não é obra do útero nem governado por esse órgão; pois é manifesto que o princípio vegetativo é inerente mesmo ao ovo hipênico, visto que vimos que este ovo é nutrido e é preservado, aumenta e vegeta, e todos esses atos são indícios da presença do princípio mencionado. Mas nem da mãe nem do útero pode este princípio prosseguir, visto que o óvulo não tem conexão ou união com eles, mas é livre e desconectado, como um filho emancipado da pupila, rolando dentro da cavidade do útero e se aperfeiçoando, assim como as sementes das plantas são aperfeiçoadas no seio da terra, isto é, por um princípio vegetativo interno, que não pode ser outra coisa senão a alma vegetativa. (HARVEY, 1651 *apud* WILLIS, 1847, p. 281, tradução nossa).

Nascimento Júnior e Souza também apresentam a concepção de Harvey sobre o desenvolvimento dos seres vivos:

Segundo sua concepção o desenvolvimento era um processo contínuo e o embrião se originava de uma massa homogênea que se diferenciava progressivamente. Tais discussões de Harvey foram trazidas a luz da teoria da epigênese, cuja forma primitiva foi desenvolvida por Aristóteles. (NASCIMENTO JÚNIOR e SOUZA, 2012, p. 13).

Harvey defendia a geração espontânea para animais muito simples; entretanto, sua concepção mais frequente era a de que não era o organismo que surgia de matéria não-viva, mas sim um ovo que, posteriormente, evoluiria para o organismo (GILLISPIE, 2007; HARVEY, c2020).

Entretanto, em outros momentos o pesquisador defendia a ideia de um princípio vital que todos os corpos naturais apresentariam, seja os vivos ou não vivos, e tomados como “trabalho” ou obra e os “instrumentos” do Supremo Bem. Essa concepção, expressa abaixo, levava em conta a concepção de alma de Aristóteles, que não deve ser confundida com a alma cristã, mas era a causa dos fenômenos naturais (MARTINS e MARTINS, 2007).

Aristóteles diz: “todas as coisas estão cheias de alma”, e em outros lugares ele parece pensar que “até os ventos têm uma espécie de vida e um nascimento e uma morte”. (...) Todas as coisas, pesadas corretamente, devemos concluir que são possuídas por um princípio vital apropriado (anima). (HARVEY, 1651 *apud* WILLIS, 1847, p. 284, tradução nossa) (...) sejam eles unívocos, ou sejam equivocadamente ou acidentalmente produzidos: todos os corpos naturais são tanto o trabalho quanto os instrumentos desse Supremo Bem, alguns deles sendo meros corpos naturais, como calor, espírito, ar, a temperatura do ar, matéria em putrefação, etc., ou são ao mesmo tempo corpos naturais e animados; pois ele também faz uso dos movimentos, ou forças, ou princípios vitais dos animais de alguma maneira, para a perfeição do universo e a procriação dos vários tipos de seres animados. (HARVEY, 1651 *apud* WILLIS, 1847, p. 370, tradução nossa).

A partir da análise dos trechos de Harvey, percebe-se que esse pesquisador também mantinha concepções em certa medida alinhadas às de Francesco Redi. Em geral, ele defendia a geração unívoca, considerando o ovo como a entidade primordial capaz de gerar vida – a concepção geral se assemelha à de Redi, mas o pesquisador italiano não atribuía ao ovo a capacidade de gerar um ser vivo. Outra semelhança entre os dois, seguindo ambos a Aristóteles, é a do apelo ao princípio vital (Harvey) e ao princípio vegetativo (Redi). No caso de Harvey, contudo, diferentemente de Redi, o princípio vital poderia ser oriundo tanto de seres vivos quanto de matérias inanimadas, como no calor, na temperatura e até em matérias em putrefação. Para Harvey, ao que nos parece, tanto a geração unívoca quanto a geração equívoca eram possibilidades igualmente aceitas – embora para a maioria dos seres ele utilizasse a geração unívoca a partir do ovo como explicação. Redi, apesar de também manter o surgimento dos seres vivos como resultado da ação do Criador, restringiu-a à criação dos primeiros seres vivos apenas e defendeu que, depois desse momento inicial, nada mais surgiu a partir da matéria inanimada. Dessa forma, percebe-se que as concepções desses dois pesquisadores defendem pontos que ora se aproximam, e que em grande parte derivam da biologia de Aristóteles, que serviu de referência a ambos, ora se afastam, em função de suas próprias investigações experimentais. Redi, inclusive citou algumas ideias de Harvey em seu trabalho, mostrando conhecê-las – como já apresentado na seção 2.3.

Novamente é possível destacar alguns aspectos de Natureza da Ciência a partir de análise de trechos do trabalho de Harvey e da comparação de suas ideias com as de Francesco Redi. Mais uma vez fica evidente que a ciência é uma construção humana e coletiva, que influencia e é influenciada pelo contexto sociocultural. Harvey e Redi, entre outros interesses, investigaram o tema da geração dos seres vivos –

caracterizado como tema que despertou o interesse de diversos estudiosos da época. Além disso, houve comunicação entre os dois por meio de cartas, de forma que o intercâmbio entre eles certamente ecoou nas investigações de ambos os pesquisadores, assim como em suas conclusões. Vimos que ambos foram seguidores de Aristóteles em alguns aspectos, metodológica e epistemologicamente, e ambos, diferentemente de muitos de seus contemporâneos, não se acovardaram em corrigir aquilo que suas próprias investigações encontravam de desacordo em relação à autoridade do sábio grego. Além disso, em Harvey, assim como no caso de Francesco Redi, reconhece-se a elaboração de uma concepção ampliada de geração equívoca, sinalizando o caráter tentativo e provisório da ciência.

2.4.3. Philippo Bonanni (1638-1725)

Figura 5: Capa do livro *Observationes circa Viventia, quae in Rebus non Viventibus Reperiuntur* de Philippo Bonanni, publicado em 1691.

Fonte: BONANNI, 1691.

Philippo Bonanni foi um estudioso jesuíta italiano e pupilo do padre germânico Athanasius Kircher, vindo a sucedê-lo como professor de matemática no *Collegium*

Romanum, em 1660. Dedicou-se a estudos em diversos campos como numismática, história eclesiástica e história dos instrumentos musicais e fez também extensos estudos na área das ciências naturais. Bonanni construiu seu próprio microscópio, provido de três lentes, que foi bastante utilizado em seus trabalhos, principalmente com moluscos (BONANNI, c2020).

Exímio desenhista, realizou uma série de ilustrações das conchas de moluscos, que foram publicadas no *Ricreazione dell'occhio e della mente nell'osservazione della chiocciola* (*Recriação do olho e da mente nas observações dos caracóis*) de 1681. O seu trabalho também foi inspirado na filosofia aristotélica. Nele, apresentou sua crença na geração espontânea dos moluscos. Ele defendeu que os caracóis eram produzidos por geração espontânea a partir do lodo. Distanciando-se de Aristóteles, Bonanni considerava que esses organismos traziam impressa em sua conformação uma marca da “mente arquitetônica” que os havia criado (BERNARDI, 2018). Ainda em 1681, publicou, com o pseudônimo de Godefrido Fulberti, *Riflessioni sopra la "Relatione del ritrovamento dell' uova di chiocciola"* (*Reflexões sobre as “Relações do reencontro das ovas dos caracóis”*), no qual argumentou contrariamente à posição defendida pelo bolonhês Anton Felice Marsili (1651-1710) de que os caracóis provinham de ovos. Bonanni defendeu, nesse trabalho, que os caracóis eram desprovidos de coração e, conseqüentemente, não tinham sangue vermelho e que, portanto, não poderiam gerar ovos (BERNARDI, 2018; BONANNI, c2020).

Redi criticou duramente Bonanni em suas colocações, apontando problemas em seu trabalho, principalmente em relação à ausência de coração em caracóis e à crença na geração espontânea destes. Como resposta, Bonanni escreveu, em 1691, *Observationes circa Viventia, quae in Rebus non Viventibus Reperiuntur* (*Observações sobre os seres vivos e não-vivos encontrados*), um tratado latino em que defendeu sua crença na geração espontânea de animais inferiores e no qual fez críticas diretas à Francesco Redi.

Bonanni apresentou sua crença na geração equívoca de forma bastante enfática, baseando-se nas observações do próprio Francesco Redi, das quais inferia, contudo, conclusões distintas:

Pois que, como vimos, com a comprovação do brilhante autor D. Francisco Redi, tanto os fungos quanto as carnes das víboras têm vermes por estarem

apodrecendo, e têm vermes mesmo que não estejam apodrecendo; na verdade, em todos a explicação é semelhante. (BONANNI, 1691, p. 152¹⁹).

Suspeito, por causa disso, que essa tão abundante quantidade de sujeira/matéria putrefata de vermes e insetos **possa ter seu princípio ou de tais ares ou de vermes pestilentos**. Esses foram observados em quase todas as entranhas de todos os Animais por D. Redi e outros nobilíssimos pesquisadores da Natureza. (BONANNI, 1691, p. 174, grifo nosso).

Bonanni citou Redi diversas vezes em seu tratado. Em alguns momentos, ele partiu de afirmações ou mesmo de experimentos do próprio Redi para elaborar sua argumentação. Em certos momentos, Bonanni pareceu concordar com Redi. Porém, basta avançar um pouco mais em seu texto para perceber que ele discordava veementemente de seu contemporâneo.

Temos entre as observações apuradíssimas de D. Redi que as larvas que nasceram no jasmim nunca se transformaram em moscas. (BONANNI, 1691, p. 144).

De fato, é necessária uma temperatura quente para gerar tudo, diz Cardano, e se ela diminuir, nada será gerado. O corretíssimo Redi supôs isso quando expôs em seu Tratado sobre os Seres Vivos que os vermes nunca nasceram dos ovos de moscas no mês de fevereiro, e acrescenta: talvez seja por conta das águas geladas e tempestades do ar. (BONANNI, 1691, p. 220).

Tal falha, observada com frequência, por si interessa ao afamado Redi, especialmente ao afirmar que 'nunca um animal nasce dos ovos, os quais descobriu sobre as flores apodrecidas de erva-doce. Além disso, nenhum animal alado nasce dos vermes no meio das flores de malva observadas, tendo todos morrido sucessivamente'. (BONANNI, 1691, p. 229).

Bonanni utilizou das palavras do próprio Redi para estabelecer suas críticas e defender que, na verdade, o que seria capaz de dar vida aos insetos seria um fator imaterial, que seria influenciado pela temperatura do ar. Nesse caso, Bonanni atribuiu de forma mais significativa a capacidade gerativa ao ar do que a presença dos ovos, como destacava Redi.

Ao avançar mais em seu tratado, é possível observar que Bonanni utilizou dos resultados experimentais e observacionais do próprio Redi para tecer-lhe críticas. Ele questionou Redi sobre a sua observação de vermes no interior de queijos, sem que fosse possível observar buracos por onde os ovos desses vermes pudessem ter sido colocados.

¹⁹ Como mencionado já na Introdução, a tradução dos trechos do trabalho de Philipppo Bonanni aqui apresentados foi realizada por Maria Fernanda Britto Rezende Pimenta, a partir dos escritos originais. Tradução não publicada, com utilização autorizada pela própria tradutora.

Em consequência deste último documento de Sennert, o qual resumo, portanto, mesmo se fossem mostrados de outra forma os Insetos do queijo, [algo] será dito sobre o início da produção deles? De onde pensamos que eles teriam se desenvolvido primeiro? De que lugar eles, os quais “vivem muitíssimo bem (o que eu disse juntamente com D. Redi) fora de nossos queijos de Luca, que são cortados muito mais vezes para que os vermes sejam descobertos próximos ao interior”. (BONANNI, 1691, p. 280, tradução nossa).

Mas o que deverá ser pensado a respeito dos Vermes, que são apanhados no interior da massa do queijo, como expôs D. Redi, sem buraco algum, sem uma pequena fissura sequer aparente? (BONANNI, 1691, p. 288, tradução nossa).

Logo, sem dúvida os Vermes sobrevivem no vinagre; o raciocínio de D. Francisco Redi ali apresentado, onde escreveu dessa forma, prova que eles [os vermes] não foram transferidos de outro lugar. (BONANNI, 1691, p. 289, tradução nossa).

Como se pode notar, Bonanni era defensor da geração equívoca dos insetos – e também de outros seres, como os caracóis – e travou com Redi uma intensa discussão sobre o tema durante o século XVII. A utilização de resultados observacionais do próprio Redi para defender outro ponto de vista pode evidenciar as diferentes concepções teóricas que esses pesquisadores possuíam. Bonanni nutriu-se das concepções de Athanasius Kircher, enquanto Redi criticou esse autor, assim como diversos outros filósofos desde a Antiguidade. Dessa forma, as diferentes convicções teóricas nas quais estavam imersos esses pesquisadores pode justificar as diferentes formas de interpretar algumas observações e, conseqüentemente, os diferentes posicionamentos defendidos.

A análise de alguns trechos do trabalho de Bonanni também evidencia alguns aspectos de Natureza da Ciência. Dentre eles, talvez o mais evidente seja o estabelecimento de uma controvérsia entre Bonanni e Redi, controvérsia entendida no sentido de McMullin, ou seja, um desacordo público, prolongado e reconhecido como tal pelos pares (MCMULLIN, 1987). As controvérsias científicas, muitas vezes, são motores propulsores da construção do conhecimento científico. Dessa forma, a explicitação dessa controvérsia específica também auxilia a desmitificar o episódio histórico das experimentações de Redi, uma vez que se pode notar que Francesco Redi não “derruba” a crença na geração espontânea dos insetos – como frequentemente se vê citado em materiais didáticos e de divulgação científica. Mais uma vez, valoriza-se a ciência como uma construção humana e coletiva e que pode estar sob influência das concepções teóricas que cada pesquisador possui.

Enfim, este capítulo se dedicou a uma breve análise da discussão sobre a origem dos seres vivos ao longo do século XVII. Percebe-se que essa temática era de

grande interesse na época e que diversos pesquisadores se dedicaram a investigá-la em busca de suas próprias explicações. Porém, as explicações dadas pelos pesquisadores aqui analisados variaram bastante e, portanto, não se pode dizer que as conclusões de Redi eram consensuais à época.

Francesco Redi trouxe contribuições importantes para essa discussão, principalmente no que tange a seus procedimentos experimentais, que foram inovadores para a época. Da mesma forma, boa parte de suas colocações são aceitas pela Ciência Moderna. Assim, não se pretendeu, com esta pesquisa, diminuir sua relevância, mas, ao contrário, valorizar suas contribuições de forma contextualizada, a partir de um panorama um pouco mais amplo da época, valorizando o aspecto humano do pesquisador e evitando narrativas lineares, continuístas e que criam personagens quase “endeusados”.

Espera-se que essa pesquisa histórica possa contribuir com novas pesquisas em História da Ciência e também que possa ser utilizada para fomentar pesquisas em Ensino de Ciências, valorizando aspectos de Natureza da Ciência – como se propõe o material pedagógico elaborado e que será apresentado no capítulo 4.

3 Discutindo a geração dos seres vivos no Ensino Básico

A partir do estudo histórico desta pesquisa, passou-se ao desenvolvimento do terceiro objetivo desta dissertação, de caráter pedagógico, qual seja, a elaboração de um material instrucional na forma de uma Narrativa Histórica voltada para uso em sala de aula. A construção da Narrativa foi pautada em referenciais da área de pesquisa que conjuga a história da ciência com a educação científica. Entre os tópicos, considerou-se o papel e alguns parâmetros que norteiam a inserção da história da ciência e da biologia em particular na formação em ciências. Em seguida, aprofunda-se a problemática da inclusão da história da biologia em um programa de ensino por meio de uma Sequência Didática, instrumento pedagógico que, por um lado, permite contextualizar o episódio histórico e, por outro, orientada pelo ensino por investigação, gera motivação entre os estudantes e cria espaço para desenvolver concepções informadas de Natureza da Ciência (NdC).

Antes de abordar esses assuntos, este capítulo inicia-se com o lugar do ensino sobre a origem e reprodução dos seres vivos na escola básica.

3.1. A relevância do ensino sobre as origens e reprodução dos seres vivos na formação básica em ciências

O ensino de ciências engloba, dentre outros aspectos, as temáticas relacionadas à origem e reprodução dos seres vivos. O documento oficial brasileiro mais recente, a Base Nacional Comum Curricular, BNCC (BRASIL, 2017; BRASIL, 2018), dispõe sobre a organização de temáticas e conteúdos relativos às diferentes áreas do conhecimento ao longo das séries das etapas de Ensino Fundamental e Médio e busca nortear os educadores com relação às temáticas a serem abordadas e às competências e habilidades a serem desenvolvidas em cada uma dessas etapas.

Ainda que se trate de um documento sobre o qual recaem diversas críticas, de âmbitos variados (FRANCO e MUNFORD, 2018; RIBEIRO e RAMOS, 2018)²⁰, constitui a orientação oficial sobre o currículo brasileiro e está em processo de rápida implementação nas escolas.

²⁰ Entre as principais críticas citadas por esses autores à BNCC estão: a versão atual gira em torno aspectos conceituais e não favorece a articulação entre outros domínios do conhecimento científico escolar, como a contextualização social e histórica, as práticas investigativas e a linguagem das

Por outro lado, encontram-se aspectos positivos na BNCC, aos quais consideramos que a presente pesquisa guarda relação próxima. A BNCC valoriza o ensino contextualizado, que dialogue com o cotidiano do estudante e que promova discussões críticas sobre o mundo e a sociedade. Segundo essa perspectiva, o ensino das ciências da natureza aparece como *locus* de articulação entre os saberes científicos e a sociedade, como se depreende da passagem a seguir:

[...] Portanto, ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência.

Em outras palavras, apreender ciência não é a finalidade última do letramento, mas, sim, o desenvolvimento da capacidade de atuação no e sobre o mundo, importante ao exercício pleno da cidadania.

Nessa perspectiva, a área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica. (BRASIL, 2017, p. 319).

Como explicitado na passagem acima, a BNCC propõe que o ensino de ciências não fique restrito aos conteúdos, mas exemplifique, problematize e aplique os modos pelos quais os conhecimentos científicos são produzidos em contextos específicos da história, das sociedades e suas culturas. Articula-se aí a noção de letramento científico, como habilitação não apenas para agir no mundo com base no conhecimento científico e tecnológico, como para servir-se dele para exercer os direitos e deveres da cidadania.

Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e inventar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas. (BRASIL, 2017, p. 9).

ciências e que a BNCC não promove a pesquisa em sala de aula no sentido de entregar ao estudante a possibilidade de tornar-se protagonista de sua aprendizagem e constitui-se em uma listagem de conteúdos a ser aplicado pelos professores, não se diferenciando de propostas pedagógicas que estão estabelecidas há vários anos na educação brasileira.

Ao tratar da Unidade Temática “Vida e Evolução”, a BNCC sugere, para o Ensino Fundamental, uma abordagem ampla dos seres vivos e da vida, tomados sob os pontos de vista evolutivo e ecológico:

[...] estudo de questões relacionadas aos seres vivos (incluindo os seres humanos), suas características e necessidades, e a vida como fenômeno natural e social, os elementos essenciais à sua manutenção e à compreensão dos processos evolutivos que geram a diversidade de formas de vida no planeta. (BRASIL, 2017. p. 324)

O tema específico da reprodução dos seres vivos é incluído desde os anos iniciais (3º ano do Ensino Fundamental), sendo retomada no 8º ano do Ensino Fundamental, quando se espera que os estudantes sejam capazes de:

(EF03CI04) Identificar características sobre o modo de vida (o que comem, **como se reproduzem**, como se deslocam etc.) dos animais mais comuns no ambiente próximo. (BRASIL, 2017, p. 335, grifo nosso).

(EF08CI07) **Comparar diferentes processos reprodutivos** em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos. (BRASIL, 2017, p. 347, grifo nosso).

Já no documento que orienta os conteúdos programáticos para o Ensino Médio, o Ensino de Ciências aparece com o foco principal de desenvolver nos estudantes habilidades da investigação científica, tais como de argumentação e reflexões propositivas para solucionar problemas atuais relacionados à manutenção sustentável da vida no planeta.

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente. (BRASIL, 2018, p. 470).

A temática específica da origem e reprodução dos seres vivos aparece no documento do Ensino Médio de forma a integrar as grandes temáticas “Vida e Evolução” e “Terra e Universo”. Espera-se que os estudantes sejam capazes de compreender o tema em toda a sua complexidade, considerando tanto os aspectos biológicos quanto físicos e geológicos que permitiram que a vida surgisse e se diversificasse em nosso planeta.

No Ensino Médio, é possível unificar essas duas temáticas [Vida e Evolução e Terra e Universo], de modo que os estudantes compreendam de forma mais

ampla os processos a elas relacionados. Isso significa considerar a complexidade relativa à origem, evolução e manutenção da Vida, como também às dinâmicas das interações gravitacionais. Implica, ainda, considerar modelos mais abrangentes ao explorar algumas aplicações das reações nucleares, a fim de explicar, por exemplo, processos estelares, datações geológicas e formação da matéria e da vida. (BRASIL, 2018, p. 538).

Por fim, a BNCC para o Ensino Médio também apresenta como habilidade a ser desenvolvida pelos estudantes a capacidade de analisar e utilizar modelos científicos de diferentes épocas.

(EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo. (Brasil, 2018, p. 543).

A partir dessa explanação, percebe-se que a discussão sobre a origem e reprodução dos seres vivos tem destaque no documento que passa a nortear os planos de ensino em todo o Brasil. Os trechos aqui reproduzidos fazem referência à abordagem desenvolvida pela História da Ciência, e tem sua relevância indicada como ferramenta de alto potencial para se atingir os objetivos propostos pela BNCC, tanto nas etapas finais do Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio.

O episódio histórico aqui analisado parece ser um terreno fértil para o cumprimento dos objetivos da BNCC acima mencionados. Vale acrescentar que, ainda que de modo geral, eles expressam parte dos aspectos que constituíram, nas últimas duas décadas, na comunidade de investigadores do ensino de ciências que desenvolvem linha de pesquisa em história e filosofia da ciência, o construto “Natureza da Ciência” (NdC). Diversos autores vêm desenvolvendo teoricamente esse construto (LEDERMAN, 1992; MATTHEWS, 2002; ALLCHIN, 2013; DAGHER & ERDURAN, 2014), de modo a identificar as componentes conceituais, sociais, culturais da ciência, além das práticas e processos envolvidos na investigação científica propriamente.

Como mencionado na Introdução, o material instrucional produzido nesta dissertação e apresentado no capítulo 4 foi pautado segundo alguns dos aspectos de NdC mencionados por esses autores. Foram selecionados os aspectos que guardam relação com os objetivos da BNCC e que emergem mais evidentemente do estudo de caso histórico discutido no capítulo 2,

Assim, os aspectos de NdC abordados nas “Paradas para pensar”, que interrompem a Narrativa Histórica apresentada no capítulo 4, são os seguintes:

- Fontes de financiamento (ALLCHIN, 2013, p. 24): Parada para pensar 1;

- Papel do estudo sistemático, experimentos controlados e relevância da evidência (ALLCHIN, 2013, p. 24): Paradas para pensar 2, 3, 4 e 10.
- Revisão por pares e resposta a críticas e responsabilidade social dos cientistas (ALLCHIN, 2013, p. 24): Parada para pensar 5;
- A pesquisa científica influencia e é influenciada pela cultura (ALLCHIN, 2013, p. 24; LEDERMAN, 2007, p. 834): Paradas para pensar 6 e 12;
- Distinção entre leis e teorias e entre observações e inferências (LEDERMAN, 2007, pp. 833-834): Parada para pensar 7;
- Colaboração e competição entre cientistas e resolução de desacordos (ALLCHIN, 2013, p. 24): Parada para pensar 8 e 10;
- O conhecimento é subjetivo e/ou impregnado de teoria (ALLCHIN, 2013, p. 24; LEDERMAN, 2007, p. 834): Paradas para pensar 9 e 11;
- Caráter tentativo ou sujeito à mudança do conhecimento científico (ALLCHIN, 2013, p. 24; LEDERMAN, 2007, p. 834): Paradas para pensar 11 e 12;
- Distinção entre Natureza da Ciência e investigação científica (LEDERMAN, 2007, p. 835): Parada para pensar 10;
- Papel da imaginação e criatividade (ALLCHIN, 2013, p. 24; LEDERMAN, 2007, p.834): Parada para pensar 2, 3 e 4;
- Construção coletiva (ALLCHIN, 2013, p. 24; LEDERMAN, 2007, p. 834): Paradas para Pensar 6, 8 e 9.

Além disso, a Narrativa Histórica foi proposta pautada em alguns princípios do ensino por investigação. Considerando o aluno no centro de seu processo de aprendizagem, as “paradas para pensar” colocam problemas sobre os quais os estudantes deverão refletir, debater e argumentar, tendo forte relação com conhecimentos já existentes e de domínio dos sujeitos envolvidos no processo (SOLINA, FERRAZ, SASSE- RON, 2015). Ainda considerando os princípios teóricos e metodológicos do ensino por investigação, a Narrativa proposta atende às definições elencadas por Carvalho (2013), pois criam condições para que os alunos possam pensar, levando em consideração a estrutura do conhecimento, falar, evidenciando a construção de seus argumentos, ler, compreendendo de forma crítica o que foi apresentado e escrever, mostrando clareza na apresentação dos conhecimentos construídos (CARVALHO, 2013, P. 766). Por fim, aliando as propostas do ensino por investigação ao contexto específico do ensino de Biologia – que possui diversas particularidades e, em alguns aspectos, distingue-se dos apresentados para o estudo da matéria inanimada – considera-

se que narrativas históricas e comparação de evidências sejam metodologias próprias da Biologia (TRIVELATO, TONIDANDEL, 2015, p. 102). Assim, defende-se que o produto pedagógico desta pesquisa também se insere nos princípios do ensino por investigação aplicados especificamente ao contexto do ensino de Biologia, uma vez que, com a mediação do professor, é possível direcionar os estudantes de forma que identifiquem com clareza os problemas a serem discutidos (paradas para pensar); são apresentados dados coletados pelos pesquisadores do passado, permitindo tanto que os estudantes possam analisá-los por sua ótica, quanto que comparem os dados de diferentes pesquisadores e analisem as explicações dadas por cada um; permite que os estudantes formulem explicações, que podem ser confrontadas às explicações dadas no passado (TRIVELATO, TONIDANDEL, 2015).

Por todo o exposto, acredita-se que esse material pedagógico seja um bom instrumento para incorporar à prática pedagógica não só conteúdos conceituais, mas abordagens metodológicas que permitem que o estudante compreenda também processos próprios das ciências e, em especial, da Biologia.

3.2. As contribuições da história da ciência em geral e da história da biologia em particular para o ensino de ciências

Além da importância do estudo da reprodução dos seres vivos como uma temática que integra os documentos que direcionam o Ensino de Ciências e Biologia nas diferentes etapas da Educação Básica no Brasil, vale ressaltar que, nesses documentos, também é comum encontrar como orientação que se aborde aspectos históricos da construção científica, valorizando seu caráter humano e outros aspectos relacionados à natureza da ciência:

Compreender as ciências como empreendimento humano, reconhecendo que o conhecimento científico é provisório, cultural e histórico. (BRASIL, 2017, p. 276).

A utilização da história da ciência no ensino tem se mostrado uma ferramenta importante para a promoção de um ensino de ciências contextualizado, que leve em consideração não apenas os conhecimentos científicos produzidos, mas também o modo de sua produção, incluindo, assim, aspectos relativos à natureza da ciência no

desenvolvimento do pensamento crítico e científico (FORATO, PIETROCOLA e MARTINS, 2011; MATTHEWS, 2012; 2015).

Estudos da utilização da história particular das ciências biológicas no ensino fundamental e da história da biologia no ensino médio e superior constituem área de emergência recente no mundo todo. No Brasil, algumas pesquisas empíricas têm mostrado que a abordagem histórica motiva e auxilia a aprendizagem de conceitos científicos atuais. No Laboratório de História da Biologia e Ensino do IB-USP, propostas que focalizam o ensino de história das ideias de reprodução, de herança e do pensamento evolutivo foram desenvolvidas. Todas elas consistem em abordagens que contextualizam o episódio histórico em meio a ações pedagógicas planejadas como Sequências Didáticas, contendo atividades norteadas no ensino por investigação e análise de trechos de fontes primárias. Esses trabalhos desenvolveram os seguintes estudos de casos e produziram os seguintes materiais instrucionais:

- Os estudos históricos sobre a natureza e origem dos órgãos elétricos de peixes segundo autores do século XVIII e para o ensino regular (JENSEN, 2008); segundo Darwin e para a Educação de Jovens e Adultos, EJA, (JENSEN, 2016) – fichas de atividades dirigidas.
- Os experimentos de Darwin sobre a disseminação de sementes (SILVA, 2013) – instruções para replicação de experimentos históricos.
- Os estudos de Lazzaro Spallanzani sobre a reprodução de anfíbios (PEREIRA, 2014) – instrumento virtual para replicação de experimentos históricos.
- A classificação lineana e filogenética das palmeiras da Amazônia descritas e ilustradas por Alfred Russel Wallace em sua viagem pelo Brasil no século XIX (SOUZA, 2014) – fichas com ilustração e descrição de palmeiras realizadas por Wallace e na atualidade; chave dicotômica de identificação de palmeiras; matriz de classificação filogenética.
- Os diferentes tipos de reprodução animal descritos no século XVIII por Abraham Trembley e Charles Bonnet (BERÇOT, 2018) – instruções para replicação de experimento histórico, replicação virtual de experimento histórico, Narrativa Histórica.
- O papel dos colaboradores de Darwin no desenvolvimento de sua teoria de evolução (CORTEZ, 2018) – jogo virtual.

Levantamentos realizados no Brasil de dissertações e teses de história e filosofia da ciência aplicadas ao ensino indicam que a produção da área específica de história da biologia ainda é modesta, mas vem aparecendo em diferentes grupos de pesquisa, favorecendo seu potencial de crescimento nas próximas décadas (PALMA, 2017; MORAIS, 2016; BRUNELLI, 2015; BELTRAN, 2013; CARVALHO, 2013; GIL-PÉREZ et al., 2001).

Além desses estudos empíricos mais recentes, historiadores da ciência e educadores vem discutindo a inclusão da história da ciência no ensino há várias décadas. Embora esses argumentos já sejam muito conhecidos, pois reiterados em quase toda dissertação e tese da interface do ensino com a história da ciência, considera-se importante repetir aqui também alguns deles.

O ensino de ciências vem se modificando ao longo do tempo de forma a desenvolver capacidades nos educandos que vão além dos conteúdos científicos propriamente ditos. Tanto os documentos oficiais que norteiam esse ensino, quanto as pesquisas na área, têm apontado para o desenvolvimento de atividades e perspectivas que permitam ao aluno desenvolver habilidades e competências necessárias ao contexto atual, de forma que esses estudantes possam compreender e interagir com o mundo ao seu redor de forma consciente, crítica e responsável. Além disso, como apontam Silva e Infante-Malachias, há uma grande necessidade de se reaprender a relacionar os conhecimentos, uma vez que nossa sociedade tendeu, nas últimas décadas, a uma segregação dos conhecimentos e a uma ultra especialização em poucos assuntos, de forma que pesquisadores e até mesmo os professores veem-se inclinados a dominar de forma muito profunda poucos assuntos (“sabem muito de quase nada”), sem que se tenha uma visão global e integral do conhecimento (SILVA e INFANTE-MALACHIAS, 2012).

Nesse contexto, muitas são as práticas e ferramentas que vêm sendo apresentadas. Dentre elas, destaca-se a utilização de história da ciência para que se desenvolvam competências relacionadas ao fazer científico, que são importantes tanto para a compreensão integral do nosso entorno, quanto podem ser transpostas a outros contextos, permitindo uma visão mais panorâmica do conhecimento e, principalmente, da construção do conhecimento científico. Entretanto, não se pode desvincular as abordagens de ensino adotadas dos conceitos científicos em si. Promover uma abordagem integrada entre conteúdos *de* ciência e *sobre* ciência de forma significativa

para os educandos apresenta-se como desafio tanto para professores como para pesquisadores da área.

Utilizar episódios da história da ciência na sala de aula pode ser interessante no processo de aprendizagem, uma vez que aproxima do estudante a realidade dos pesquisadores; apresenta o fazer científico como uma prática passível de falhas, realizada por seres humanos, em um processo de tentativas e erros, inserida em determinados contextos sociais e políticos (MARTINS, 1998). A importância da abordagem histórica da ciência, no que diz respeito à elucidação dos diferentes contextos de produção científica reside, entre outros aspectos, em aproximar o conteúdo e a metodologia científica (aspectos epistêmicos) e suas componentes sócio-política-culturais (PRESTES, 2009). Ao aproximar o estudante do contexto de produção científica e desmitificar o estereótipo do cientista, amplia-se a visão que o aluno pode ter a respeito da natureza da ciência e dos conteúdos abordados em sala de aula, facilitando a compreensão destes e o entendimento de que, essencialmente, qualquer pessoa, em qualquer contexto, pode ser um cientista.

Matthews também ressaltou outro aspecto vantajoso da utilização da história da ciência como ferramenta para o ensino de ciências: uma maior significação dos conteúdos científicos.

[A história e a filosofia da ciência] podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam. (MATTHEWS, 1995, p. 165).

A percepção dos potenciais benefícios da inclusão de história da ciência no ensino de ciências é compartilhada na comunidade da área, o que pode ser constatado pelo crescente número de trabalhos que investigam a promoção dessa modalidade de ensino contextual de ciências (ABD-EL-KHALICK, 1999; ABD-EL-KHALICK e LEDERMAN, 2000; AKERSON, ABD-EL-KHALICK e LEDERMAN, 2000; MATTHEWS, 1995, 2009, 2014; KAMPOURAKIS, 2016; KAMPOURAKIS e MCCOMAS, 2009; SOUZA e PRESTES, 2012; KAMPOURAKIS e GRIPIOTIS, 2015).

Entretanto, ao se considerar a utilização de HC no ensino, é importante que se atente aos seus tantos desafios, a começar pela própria pesquisa em história da ciência, em parte decorrentes da historiografia da ciência da primeira metade do século

XX. Nesse momento em que a própria história da ciência emergia como área científica, herdeira da concepção de ciência positivista do século XIX, e neo-positivista do Ciclo de Viena, nos anos 1930, ocupava-se em construir histórias dos “vencedores”. Todo e qualquer conhecimento antigo que tenha sido suplantado e substituído por outro, era ignorado, “varrido para debaixo do tapete” pelo historiador da ciência (ALFONSO-GOLDFARB, 1994). Conceitos e teorias relatadas eram selecionadas para o relato histórico pelo que Herbert Butterfield denominou anacronismo *whig*, isto é, partindo do presente para construir uma história coerente à racionalidade do presente. Nessa historiografia, por exemplo, foi apenas Lamarck que defendeu a herança de caracteres adquiridos, mesmo que os livros de Darwin incorporem, sistematicamente, essa causa à evolução. Essas histórias, lineares e cumulativas, tomavam o crescimento da ciência em analogia à construção de um edifício, cada vez mais alçando às verdades absolutas. Essas concepções implicavam na exaltação de determinados personagens, hagiograficamente descritos como sobre-humanos. Considerava-os isoladamente, assim como atribuía valores extraordinários a descobertas e experimentos únicos.

Na segunda metade do século XX, a historiografia da história da ciência transformou-se, pode-se dizer, profundamente. Por um lado, incorporou ou dialogou com as concepções de ciência desenvolvidas pela literatura pós-moderna de Thomas Khun, Imre Lakatos e Paul Feyrabend, para citar apenas alguns dos autores de maior impacto da filosofia da ciência. Por outro, foi fortemente impactada pela emergência da sociologia da ciência e da psicologia da ciência, levando à superação do antigo debate entre internalismo e externalismo. Fatores internos, ou seja, epistêmicos e metodológicos das ciências, e fatores externos, como determinantes econômicos, culturais e sociais, passaram a ser considerados ferramentas de análise de valor equitativo. Em resumo, e pragmaticamente, é importante a consulta à literatura especializada da história da ciência, e da história da ciência construída segundo a historiografia contemporânea.

Com esses antecedentes, a abordagem da história da ciência para o ensino de ciências, hoje, associa-se, explícita e reflexivamente, ao desenvolvimento de concepções informadas e atuais de Natureza da Ciência. Busca aplicar episódios históricos construídos a partir da leitura das obras científicas originais do passado, analisadas segundo seu próprio contexto epistêmico, social, cultural, com auxílio de fontes secundárias que também são elaboradas segundo a historiografia contemporânea.

3.3. Narrativas Históricas como estratégia didática para a inclusão de episódios históricos contextualizados no ensino de Ciências

Como mencionado anteriormente, no Laboratório de História da Biologia e Ensino (LaHBE) do Instituto de Biociências da USP, diversas estratégias didáticas já foram utilizadas para a inclusão da história da ciência no ensino, tais como jogos virtuais, roteiros de atividades dirigidas em classe, roteiros de replicação de experimentos históricos, replicação virtual de experimento histórico, trechos de fontes originais da história da ciência, assim como Narrativa Histórica, que foi o tipo de material instrucional considerado mais adequado para a presente pesquisa. Em primeiro lugar porque, conforme definida abaixo, a Narrativa Histórica representa uma espécie de recontextualização didática do episódio da história da biologia desenvolvido para compor o capítulo 2. Assim, o grande esforço demandado pela pesquisa em história da ciência não ficaria restrito aos especialistas, mas contaria, desde o início, com uma versão adequada para a sala de aula da educação básica. Para esse propósito, a Narrativa Histórica apresenta-se com grande atrativo, pois aproxima, e assim motiva o aluno para conhecer e analisar a investigação realizada no passado. A Narrativa Histórica é ainda uma peça que fica disponível para que a professora ou professor possa adaptar com maior facilidade a seus próprios alunos, respeitando a cultura escolar particular e o seu próprio planejamento.

Segundo Don Metz e colaboradores, a Narrativa Histórica é uma ferramenta que mescla a apresentação de eventos históricos reais contextualizados a elementos ficcionais – estes são incluídos de modo que não deturpem o fazer científico. Os elementos ficcionais “promovem experiências interativas para os estudantes e são mais propícias à implementação pelos professores de ciências” (METZ et al., 2007). Nesse sentido, uma Narrativa Histórica consiste em um material que apresenta eventos reais, com inclusão de elementos que permitam uma maior familiaridade por parte dos estudantes.

Metz também propõe que esse tipo de Narrativa Histórica, que ele também chamou “estória”, seja “interrompida” por paradas reflexivas (METZ et al., 2007). São momentos, planejados desde o início, para que o professor apresente, explicitamente e reflexivamente, questões sobre aspectos da Natureza da Ciência que aquele mo-

mento particular da Narrativa tangencia. Douglas Allchin denominou essas interrupções de “paradas para pensar” (*think questions*), e como tal, o modelo já foi adotado em Narrativa elaborada no LaHBE (BERÇOT e PRESTES, 2016). Essa proposta de interrupções previamente estabelecidas, permite que os estudantes possam dialogar e refletir sobre aspectos metacientíficos do episódio histórico em questão, de modo a aprofundar sua compreensão sobre a ciência.

As Narrativas Históricas, por terem o intuito de aproximar o estudante ao episódio histórico, são construídas com verbos no presente, em vez dos verbos no passado usuais nos textos históricos acadêmicos. Entretanto, não se trata de perda ou distorção do conteúdo histórico, mas sim de um artifício para que se aproxime o estudante do contexto tratado, de modo a promover um mergulho histórico que favoreça uma análise do episódio com base no contexto sociocultural e científico da época. Uma vez garantida a fidelidade da Narrativa ao evento tratado e atentando-se aos elementos adicionados, de forma que não se descaracterize os processos científicos realizados à época, essa abordagem oferece muitos ganhos à proposta de utilização de HC contextualizada no ensino.

Com essas considerações, é possível perceber que o desafio para a construção de uma Narrativa Histórica como preconizada pelos autores acima citados, Metz e Allchin, não é pequeno. Assim, a opção aqui foi trabalhar com uma proposta similar, de Stephen Klassen, na qual é fornecido não apenas um quadro conceitual que orienta a própria prática da construção da Narrativa e oferece, simultaneamente, uma metodologia de análise da Narrativa (KLASSEN, 2009; 2010). Dessa metodologia, na verdade, emerge um conjunto de parâmetros que orientam e facilitam a própria construção da Narrativa.

Segundo Klassen, as histórias científicas diferem da história das humanidades em dois principais aspectos: o objetivo principal das históricas científicas é contribuir para o ensino-aprendizagem de conceitos científicos, não apenas entreter o leitor ou comunicar uma mensagem. Além disso, o que se espera do leitor de uma história científica também é diferente. Nesse caso, espera-se que o leitor seja capaz não apenas de compreender a história em si, mas de extrair dela elementos necessários à sua própria construção de conhecimento científico. As histórias científicas também

não buscam explicar de forma minuciosa os conceitos científicos, mas aproximar professor e aluno, iluminando determinado aspecto da ciência e permitindo que os estudantes se deparem com – e formulem – diversos questionamentos (KLASSEN, 2009).

Essas histórias também devem contar com artifícios, tais como algo que não é dito explicitamente e que precisa ser levantado de forma autônoma pelo leitor – o efeito do “não dito” – e o uso de ironia, que se expressa por meio da quebra de expectativas do leitor (KLASSEN, 2009).

Também o narrador tem papel relevante na elaboração de uma Narrativa Histórica, uma vez que é ele quem vai determinar a ordem dos eventos narrados – permitindo, por exemplo, a quebra de expectativas já citada – e pode se colocar de forma objetiva e/ou subjetiva de acordo com o objetivo de cada trecho da história a ser contada (KLASSEN, 2009).

Outro elemento que Klassen apresenta é o “gosto” da Narrativa. Esse elemento diz respeito a maneira como a história se desenrola, de forma a estimular a curiosidade do leitor e o desejo de saber o que virá. Também a maneira como se aborda o “passado” numa Narrativa deve ser considerado. Essa narração pode ir e vir de acordo com o que se pretende em cada passagem, mas o importante é que os eventos sejam únicos e deixem a sensação de que nunca mais acontecerão, aumentando assim o apelo desse material (KLASSEN, 2009).

A estrutura da Narrativa também deve ser levada em conta. Nesse elemento, deve-se considerar que os eventos tragam mudanças de estado, de forma a se encaixarem em histórias menores, que apresentam complicações, ações e resoluções – que podem ser sucessos ou fracassos. Também relacionado a estrutura da Narrativa, surge outro elemento: a “agência”. O(s) autor(es) das situações narradas devem ser retratados como agentes morais, isto é, devem fazer escolhas e responsabilizar-se por elas e por suas consequências. Assim, a agência torna-se um elemento que traz para a história uma questão complexa. E ainda se deve considerar que a Narrativa tem como propósito despertar sentimento de empatia no leitor ou ouvinte, aproximando-o dos agentes retratados. Dessa forma, esses três aspectos propostos por Klassen – a estrutura da Narrativa, a “agência” e o propósito – se interligam e devem ser considerados quando da elaboração de um material que se disponha a seguir esse quadro conceitual (KLASSEN, 2009).

A seguir é apresentado quadro que resume os elementos fundamentais de uma Narrativa Histórica, segundo a abordagem escolhida nesta pesquisa.

Figura 6 - Esquema dos elementos fundamentais de uma Narrativa Histórica, segundo Klassen, 2009.

Fonte: Esquema produzido para esta dissertação.

A Narrativa Histórica construída a partir do episódio histórico discutido no capítulo 2 procurou levar em consideração esses elementos propostos por Klassen.

3.4. Contexto de utilização da Narrativa Histórica

O material pedagógico resultado desta pesquisa enquadra-se na modalidade de Narrativa Histórica. Para tanto, foi utilizado o episódio histórico sobre as discussões que se deram ao longo do século XVII, acerca da origem de certos animais – principalmente vermes que surgiam em matérias putrefatas.

O foco da Narrativa se dá em torno das observações e experimentações de Francesco Redi. Entretanto, ao longo da história construída, outros três personagens históricos são abordados, tendo suas visões apresentadas e confrontadas com as ideias de Redi – a saber: Robert Hooke, William Harvey e Philippo Bonanni.

Retomando os pressupostos teóricos da elaboração de uma Narrativa Histórica, esse material foi elaborado com as frases no presente, buscando envolver os leitores na história, como se eles fizessem parte dela. Além disso, a Narrativa apresenta as “Paradas para pensar”, que são momentos de reflexão explícita sobre algum aspecto da construção do conhecimento científico. Em cada uma dessas paradas são

apresentadas também – em destaque – possibilidades de respostas que serão esperadas dos alunos e, quando disponível, links de materiais que os professores possam consultar para explorar essas respostas e esses momentos de reflexão. Por serem trechos voltados ao professor para auxiliar a condução da utilização desse material, sugere-se que esses trechos sejam retirados caso o professor opte por imprimir a Narrativa Histórica para utilização em sala de aula.

A narração da história pode ser considerada mista, uma vez que o narrador ora se coloca como mero observador – apenas narrando os eventos sem emitir opiniões e nem explicar sobre sentimentos e percepções dos atores – ora assume papel onisciente – interagindo com o leitor ou mesmo apresentando considerações pessoais dos atores da história.

3.4.1. Público alvo e adaptação à cultura escolar

A Narrativa Histórica foi construída voltada para alunos dos anos finais do Ensino Fundamental II (8º ou 9º ano) ou para alunos do Ensino Médio – dependendo do contexto escolar e da abordagem que cada escola propõe.

A temática da origem e reprodução dos seres vivos era, classicamente, discutida no 7º ano. Entretanto, a Base Nacional Comum Curricular, em processo de implementação, descreve o conteúdo na etapa do 8º ano do Ensino Fundamental II. Já no 9º ano, a BNCC apresenta como conteúdo programático discussões históricas sobre a origem e evolução dos seres vivos e sobre a relação entre a presença de gametas e a hereditariedade – discussões essas que perpassam a temática da reprodução dos seres vivos. Dessa forma, justifica-se a utilização dessa Narrativa Histórica nos anos finais do Ensino Fundamental II.

Já considerando a BNCC do Ensino Médio, a proposta se mostra um pouco diferente, uma vez que o documento não estabelece objetos do conhecimento, competências e habilidades específicas para cada uma das etapas desse ciclo da educação básica. O documento apresenta três competências específicas das Ciências da Natureza e, em cada competência, apresenta algumas habilidades que devem ser trabalhadas, sem discriminá-las nas três séries do Ensino Médio e nem as separar entre as disciplinas que integram as Ciências Naturais – classicamente Biologia, Física e Química. Dessa forma, é possível que a temática da origem e reprodução dos

seres vivos seja abordada em qualquer uma das três séries do Ensino Médio, tanto dentro da carga horária da formação básica, quanto integrando as discussões de um itinerário formativo. Assim, essa Narrativa Histórica pode ser utilizada em todas as séries desse ciclo da educação básica, tanto associada aos materiais didáticos escolhidos pela escola, quanto como material independente – neste último, com maior probabilidade de estar integrando um dos cursos oferecidos sob a forma de itinerário formativo.

Cada escola e/ou cada professor(a) pode utilizar a Narrativa da forma que melhor lhe convier, realizando adequações que sejam pertinentes a seus contextos escolares e objetivos de aprendizagem.

3.4.2. Validação da Narrativa Histórica

O material pedagógico elaborado sob a forma de uma Narrativa Histórica teve uma primeira etapa de validação pelos integrantes do grupo de pesquisa do Laboratório de História da Biologia e Ensino (LaHBE). Para essa validação, o documento foi enviado aos participantes e, durante uma reunião do grupo, foram feitos apontamentos relacionados aos aspectos textuais, procedimentais e de conteúdo da Narrativa. As sugestões foram anotadas e gravadas pela pesquisadora e, posteriormente, foram analisadas, sendo realizadas as alterações pertinentes.

Julga-se importante que o material seja analisado também por professores da educação básica, que poderão realizar alterações que julgarem necessárias a seus próprios contextos escolares.

4 Narrativa Histórica: “Francesco Redi (1626-1698) e os vermes nas carnes: de onde vieram?”

A narrativa histórica apresentada a seguir tem como principal objetivo discutir os conteúdos relacionados a origem e reprodução dos seres vivos – em especial dos animais – a partir de um episódio histórico que se desenrola durante o século XVII e que explora as concepções, os experimentos e o contexto de quatro pesquisadores da época. Além dos objetivos conceituais, esse material pedagógico também se propõe a discutir, explicitamente, alguns aspectos do fazer científico e da construção do conhecimento científico, de forma a aproximar os alunos da realidade da ciência, desmitificando os personagens históricos e construindo uma concepção de natureza da ciência informada.

Para tanto, serão apresentadas algumas sugestões para a utilização desse material. Vale ressaltar que fica a cargo de cada professor(a) optar pela utilização ou não dessas sugestões, considerando sempre cada contexto escolar.

Para melhor aproveitamento do material pedagógico, permitindo que os alunos possam refletir sobre cada uma das questões colocadas, sugere-se que essa Narrativa seja trabalhada em, pelo menos, dois encontros diferentes – caso a escolha seja pela utilização do material ao longo de todo o período da aula. O professor também pode optar por utilizar este material em apenas parte das aulas, fazendo a leitura dos trechos até as “Paradas para pensar”, sendo que as reflexões podem, inclusive, ser utilizadas como lição de casa ou mesmo como avaliação parcial. As estratégias de leitura podem ser variadas: leitura individual; em grupos, com compartilhamento posterior das principais informações; painel integrado; leitura interpretativa pelo próprio professor; ou mesmo uma mescla de diferentes estratégias para cada trecho.

O texto da Narrativa traz diversos elementos da época que podem não ser familiares aos estudantes e, por isso, também se sugere que paradas na leitura sejam feitas sempre que necessário para discutir aspectos da época, termos ou relações entre os personagens. Outra sugestão é que os alunos registrem todas as perguntas que lhes surgirem durante a leitura – ou escuta – da Narrativa, para que tentem depois responder a esses questionamentos sozinhos, promovendo uma aprendizagem mais

significativa e autônoma. Dessa forma, a utilização desse material também se aproxima dos pressupostos teóricos que foram utilizados para sua elaboração (KLASSEN, 2009).

Esse material pode ser utilizado no decorrer de uma sequência didática que discuta a origem dos seres vivos. Essa utilização pode se dar considerando a discussão sobre termos que são frequentemente cobrados em avaliações externas e exames vestibulares, tais como biogênese e abiogênese. Entretanto, se utilizada nesse contexto, vale ressaltar que esses termos só foram cunhados no século XIX, dois séculos depois do episódio histórico apresentado pela Narrativa. O pesquisador que atribuiu os sentidos que compreendemos hoje para esses termos foi Thomas Henry Huxley (1825-1895). Caso seja do interesse do professor, é possível inclusive discutir com os alunos outras contribuições desse pesquisador e também seu contexto, dando prosseguimento ao tema da origem e reprodução dos seres vivos de forma contextualizada.

Os alunos podem ser convidados a buscar mais informações em diferentes fontes de pesquisa sobre conceitos, fatos, curiosidades que aparecem nesse material, podendo até apresentar essas informações encontradas na forma de seminários. Além disso, também é possível, em algumas das “Paradas para pensar”, dividir os alunos em grupos para que se posicionem de maneiras diferentes e construam suas argumentações para defender esses posicionamentos, caracterizando um breve debate. Também é possível tornar a leitura da Narrativa mais lúdica, sugerindo interpretações artísticas ou elaboração de desenhos, quadrinhos e outras formas de expressão. Todas essas sugestões podem ser utilizadas como avaliação, assim como as respostas para as “Paradas para pensar” ou mesmo os questionamentos levantados pelos próprios alunos.

Francesco Redi (1626-1698) e os vermes nas carnes: de onde vieram?

Nesta história estamos nos transportando para a segunda metade do século XVII, para Florença, na Itália, local onde as obras do notório físico Galileu Galilei (1564-1642) impulsionaram os estudos das ciências modernas. Em um

imponente palácio, reside a família Medici, que governa o Grão-Ducado da Toscana. Ferdinando II de Medici (1610-1670) é o Grão-Duque e mora no palácio com sua esposa, Vittoria Feltria della Rovere (1622-1694), e seus dois filhos, Cosimo III de Medici (1642-1723) e Francesco Maria de Medici (1660-1711).

Figura 1: Árvore genealógica da família Medici, que residia no palácio no século XVII.

Ferdinando II foi amigo de Galileu e, como homem culto que era, patrocinou diversas atividades experimentais na Corte, dentre elas, as investigações de um jovem natural de Arezzo, Francesco Redi.

Formado em medicina e filosofia pela Universidade de Pisa, Redi atua como médico pessoal dos Medici. Mas Francesco Redi era um homem sábio, versado em muitos assuntos, de modo que desempenhou simultaneamente vários papéis na Corte do Grão-Duque: médico, literato, filósofo natural e cortesão, isto é, dedicava-se a estudos de literatura e poesia, a investigações sobre o funcionamento dos seres vivos e acompanhava seus benfeitores em suas atividades cotidianas. Enquanto a maioria dos estudiosos trabalha em uma universidade ou um hospital, com salas de aula, bibliotecas e espaços próprios para estudos experimentais e de dissecação de organismos, Redi desfruta dos espaços da própria Corte, que são preparados segundo as necessidades de sua pesquisa. Redi também utiliza estruturas anexas ao palácio, como a farmácia e

a fundição do Grão-Duque. Redi também usufrui de outras vantagens, especialmente o acesso a uma abundância de animais de caça trazidos pelos membros da Corte e oriundos de doação de visitantes dos mais diferentes pontos não só da Itália como de outros países. Desse modo, Redi tem acesso a grande variedade de animais exóticos, vindos das mais variadas partes do mundo. Isso significa acesso a uma grande quantidade e diversidade de materiais experimentais, garantindo-lhe uma posição muito mais favorável ao desenvolvimento de suas pesquisas do que a de outros investigadores. Esse tipo de estrutura e financiamento oferecido pelo Grão-Duque às ciências praticadas por Redi caracteriza o chamado “mecenate”, mais comumente conhecido como uma política de sustentação às artes e era comum em várias partes da Europa. Redi também costuma fazer apresentações de seus experimentos nos salões da Corte, e as fazia introduzindo elementos artísticos, como um ator em um teatro.

Parada para pensar 1: No século XVII, a pesquisa de Redi é patrocinada por um mecena (no caso, Ferdinando II). E hoje, no Brasil, quais são as fontes de financiamento das pesquisas?

Possibilidades de respostas:

Fontes de financiamento de pesquisas: universidades públicas (com algumas raras exceções de universidades privadas, como, por exemplo, as PUCs), agências de fomento à pesquisa do governo federal (CAPES e CNPq) e dos governos estaduais (FAPESP, FAPERJ, FAPEMIG etc.), empresas privadas, organizações não-governamentais.

Links sugeridos:

<https://jornal.usp.br/ciencias/levantamento-mostra-quem-financia-a-pesquisa-no-brasil-e-na-usp/>

<https://revistapesquisa.fapesp.br/2018/12/14/o-financiamento-a-pesquisa-cientifica/>

Os interesses de estudo de Francesco Redi na Corte dos Medici são bastante diversos. Ele dedica-se a estudos linguísticos, colaborando na elaboração de um dicionário e fazendo traduções de poemas clássicos do latim para o italiano. Também busca melhorias da prática na medicina, investigando medicamentos. A maior parte de seu tempo, no entanto, volta para o estudo minucioso

dos animais e plantas, trazidos ao palácio ou que ele mesmo consegue encomendar de alguma parte da Itália. Além de examinar ele próprio esses diferentes materiais, seguindo a metodologia que o sábio grego Aristóteles adotava no estudo dos animais, Redi recolhe informações sobre as espécies que estuda junto a toda gente que possui conhecimento prático sobre elas, como os próprios caçadores, pescadores, criadores, horticultores, passarinheiros, cozinheiros da corte.

Redi não está sozinho. É considerável o número de pessoas, espalhadas pelos países da Europa, que estudam animais e plantas. Há um interesse muito grande em inventariar as espécies conhecidas, determinar os locais em que vivem e, especialmente, nomeá-las e classificá-las. No entanto, formado na esfera de influência de Galileu, e leitor de Aristóteles, Redi volta-se para um ramo bem diferente de pesquisa, o da observação e experiências com seres vivos, visando conhecer o seu funcionamento. E um tema em particular chama a sua atenção: como são gerados os animais e as plantas?

Nesse momento, todo mundo sabe, e desde a Antiguidade, que os animais são gerados a partir da união de uma fêmea com um macho, e que novas plantas crescem a partir de sementes ou de brotos. Mas essas duas formas de geração não são suficientes para explicar o que ocorre na grande variedade de espécies novas que o europeu passou a conhecer após as grandes navegações, desde o final do século XV. O tema intriga muitos naturalistas.

O que se sabe é o que foi sistematizado na obra de Aristóteles. O filósofo grego estabeleceu a existência de três diferentes vias para a geração dos animais:

1) a maior parte dos animais tem a sua geração oriunda da união entre o macho e a fêmea, como se vê ocorrer facilmente;

2) alguns animais possuem o mesmo tipo de geração de algumas plantas, por brotos de animais adultos, como se vê em organismos marinhos, como os corais;

3) um grupo mais reduzido de animais, como alguns insetos e vermes e alguns peixes, como a enguia e a tainha, nos quais Aristóteles não encontrou, durante suas dissecções, órgãos sexuais, são gerados a partir do solo em putrefação ou a partir de resíduos ou do próprio organismo de animais e plantas.

Mas você pode estar se perguntando: Aristóteles viveu no século IV a.C., e agora, no século XVII, os filósofos naturais mantêm as mesmas concepções do pesquisador grego? A resposta, nesse caso é: sim e não. Sim, porque todos “reconhecem” esses três tipos de reprodução nas plantas e animais existentes. Não porque, depois dos gregos e primeiros romanos, durante todo o período medieval, o estudo direto de animais e plantas deu lugar a estudos eminentemente teóricos. Padres da Igreja, como, por exemplo, Tomás de Aquino, debruçaram-se especialmente sobre as obras de lógica e metafísica de Aristóteles, assim como algumas ideias de Platão, como a do finalismo essencialista, e as conformaram à teologia cristã. Daí surgiu o pensamento aristotélico-tomista da chamada escolástica. Um dos aspectos desenvolvidos nesse âmbito levou a discussões *metafísicas* sobre os tipos de geração, e não mais pelos fatos empíricos conhecidos. Concebeu-se uma classificação da geração em apenas dois grandes tipos:

1) a geração **unívoca**, em que um ser deriva de outro de mesma substância, ou seja, em que os animais são gerados a partir de pais do mesmo tipo e as plantas, de brotos de plantas do mesmo tipo;

2) a geração **equívoca**, em que um ser deriva de outro ser de substância distinta, ou seja, em que os animais não são gerados a partir de pais semelhantes a si, mas de outras formas de ser, que pode, inclusive, consistir de um princípio imaterial, capaz de dar vida.

Herdando esses conceitos da escolástica, neste nosso século XVII continuamos a utilizá-los como chaves de interpretação para o fenômeno da geração dos organismos vivos.

Em geral, sobre os animais maiores, em que a cópula entre macho e fêmea é bem conhecida, dizemos que sua forma única de geração é a unívoca. Entretanto, não parece ser esse o caso dos animais diminutos, esses que chamamos “insetos” e compreendem tipos tão diferentes quanto uma formiga e uma abelha, um escorpião, um verme, um sapo entre tantos outros. Esses organismos que vemos surgir em toda parte em que há materiais em putrefação são gerados de modo equívoco, a partir do princípio gerador da Terra ou das substâncias que ela produz, como muitos sábios antigos afirmavam.

Alguns defendem que a Terra continua gerando todos os seres, os grandes e os pequenos. Outros consideram que a Terra envelheceu e enfraqueceu e hoje só mantém a condição necessária para a formação dos insetos de que falamos há pouco.

Mas justamente neste século estamos nos distanciando da metafísica e retomando, como o *bom e velho* Aristóteles, a observação direta dos organismos. O interesse pelo estudo da história natural cresceu tanto que muitos estudiosos passaram até mesmo a se dedicar a esses animaizinhos pestilentos! Encontrando entre esses organismos a união de um macho e de uma fêmea, sentiram-se tocados a corrigir o erro, atribuindo-lhes geração unívoca.

Aqui volta à cena aquele jovem médico e filósofo da Corte dos Medici, Francesco Redi. Ele dedicou muito de seu tempo e esforço para compreender como se formavam aqueles vermezinhas que aparecem sobre um pedaço de carne em putrefação. De onde eles provêm? Da própria carne, por geração equívoca, como a maioria dos eruditos defende? Ou são colocados ali pelas tantas moscas que as cozinheiras se esforçam por afastar, colocando um pano branco sobre as carnes?

Parada para pensar 2: Se você estivesse no lugar de Redi, que estudou a Física de Galileu, o que faria para tentar descobrir a origem dos vermes sobre carne em putrefação?

Possibilidades de respostas:

Espera-se aqui que os estudantes proponham procedimentos de observação e experimentos, como realizado na Física, com grupo controle. É importante realçar que levem em conta apenas materiais disponíveis no século XVII.

Em junho de 1665, no início do verão no hemisfério norte, Francesco Redi encontra o momento oportuno para realizar a série de experimentos que vinha planejando para buscar responder ao questionamento sobre a origem dos vermes em matéria putrefata.

Ele decide realizar experimentos com carne de cobras abatidas que ele mantém em uma caixa aberta, até apodrecerem. Em pouco tempo, ele pode observar muitos vermes que devoravam a carne e cresciam mais a cada dia. Porém, depois de alguns dias, os vermes desapareceram. Intrigado, ele repete

o experimento, colocando três das mesmas cobras em uma caixa, mas, dessa vez, preocupa-se em fechar cuidadosamente a caixa, sem deixar nenhuma abertura.

E o que ele observa? Novamente, muitos vermes. Mas desta vez, após esgotada toda a carne e sem poderem sair, esses vermes parecem adormecer, enrolando-se a si mesmos e assumindo, cada um deles, uma forma semelhante a um ovo. Ele compara esses “ovos” às crisálidas formadas a partir de insetos que depois se tornam bichos da seda.

Acompanhando o desenvolvimento desses ovos, Redi nota que alguns se tornam vermelhos, enquanto outros, negros. Notando essa diferença, ele coloca cada grupo de “ovos” em alguns recipientes vedados com papel. Após oito dias, vê sair dos “ovos” vermelhos moscas com as asas ainda não estendidas. Porém, em pouco tempo – cerca de 25 minutos – observa essas moscas já com as asas estendidas e com o corpo num tom verde brilhante. No caso dos ovos negros, depois de 14 dias, saem moscas diferentes, negras raiadas de branco.

Figura 2: Desenho de Francesco Redi sobre as diferentes moscas que eclodiram.

Fonte: REDI, 1668.

Eis que Redi, a partir dessas observações, fica ainda mais curioso. Por que a mesma carne deu origem a moscas tão diferentes entre si? Ele re-

solve, então, continuar a investigação. Mas qual seria o próximo passo? Ninguém tinha feito esse tipo de estudo antes. Ele precisava então imaginar que outro tipo de experimento poderia fazer para conhecer mais o fenômeno da geração das moscas. Depois de refletir e conversar com seus ajudantes, ele decidiu repetir o experimento, mas introduzindo uma variação: ele usaria diferentes tipos de carne. Vamos ler como ele mesmo descreve essa etapa do estudo, no livro publicado em 1668.

Essas gerações tão diferentes de moscas saídas de um mesmo cadáver não me saciaram o intelecto. Ao contrário, elas foram um estímulo para que eu fizesse novas experiências. Para esse fim tendo preparado seis pequenas caixas sem cobertura, eu coloquei, na primeira, duas das cobras descritas acima, na segunda, um grande pombo, na terceira, duas libras [cerca de 0,9 Kg] de vitela, na quarta, um pedaço grande de carne de cavalo, na quinta, um porco, na sexta, um coração de cordeiro. Em pouco mais de vinte e quatro horas, todas ficaram infestadas de vermes que, cinco ou seis dias depois do nascimento, transformaram-se em ovos. (REDI, 1668, *apud* PRES- TES; MARTINS, 2018, p. 38).

Parada para pensar 3: Por que você acha que Redi resolve variar os tipos de carnes que deixa para apodrecer? Como isso pode influenciar suas concepções?

Possibilidades de respostas:

É esperado que os estudantes façam referência ao papel do tipo de carne, constituindo uma variável que pode ou não influenciar seus resultados. A intenção aqui é que os estudantes reflitam sobre essa variação intencional, considerando a possibilidade de que o tipo de carne que foi deixado para apodrecer poderia alterar as observações subsequentes e, conseqüentemente, as conclusões tiradas pelo pesquisador. Também é possível que algum estudante apresente a ideia de que variar as carnes poderia aumentar a confiabilidade de suas observações, permitindo uma maior generalização e diminuindo a possibilidade de críticas por parte de outros pesquisadores da época.

Ele continua a examinar diligentemente os vermes que surgem nas variadas carnes, os vê transformando-se em “ovos” e, depois de algum tempo, vê diversas moscas saindo desses “ovos”. Em seguida, varia ainda mais a diversidade de carnes cruas e cozidas, incluindo carnes de animais exóticos apresentados ao Grão-Duque, como leão, tigre, e outros tantos da própria Itália, como touro, cervo, asno, búfalo, cachorro, cabrito, carneiro, veado, lebre, coelho, rato,

galinha, galo da Índia, ganso, pato, codorna, perdiz, papa-figo, pardal, andorinha, andorinhão e, finalmente usa também, vários tipos de peixe, como atum, pargo, peixe-espada, raia, linguado, tainhota, lúcio, tenca, enguia, lagostas de água doce e salgada, caranguejo e mexilhões com conchas.

Em todos os casos vê nascer moscas dos variados tipos que já observara anteriormente. Confirmou, portanto, que sobre qualquer tipo de carne em putrefação surgem moscas.

Mas isso não dizia nada de novo sobre a origem das moscas. Era preciso mudar sua pergunta.

Eu comecei então a especular se todos os vermes que nascem sobre as carnes não proviriam do sêmen [seme] das moscas e não das próprias carnes putrefatas. Mais me intrigava essa especulação pelo fato de que, em todas as gerações que fiz nascer, eu sempre havia visto sobre as carnes, antes de se contaminarem de vermes, pousarem moscas da mesma espécie daquelas que depois nasciam. Mas seria vã a dúvida se a experiência não a tivesse confirmada. (REDI, 1668, *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 40).

Redi podia ter se contentado com as diversas observações realizadas. Mas não é o que acontece. Sua curiosidade lhe diz que é necessário confirmar se realmente os vermes vinham a partir do “sêmen” das moscas – e não da própria matéria apodrecida. É então que ele inicia uma nova série de experimentos, dessa vez, introduzindo nova variação.

Em meados de julho [de 1665], eu coloquei em quatro garrafas de boca larga uma serpente, alguns peixes de água doce, quatro enguias do Arno e um pedaço de vitela; depois, tampei muito bem. As aberturas com papel e barbante, bem fechado; em outras garrafas coloquei outro tanto das mesmas coisas e deixei-as abertas. (REDI, 1668, *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 40)

Parada para pensar 4: Qual seria a intenção de Redi ao manter alguns frascos completamente fechados e outros abertos? No que esse novo procedimento experimental difere dos anteriores já realizados por ele? Você consegue pensar em algum experimento dos dias de hoje que utilize essa metodologia? Qual o propósito de ter dois (ou mais) experimentos muito semelhantes sendo realizados ao mesmo tempo e sob as mesmas condições, mas com uma variação entre eles?

Possibilidades de respostas:

Novamente espera-se que os estudantes sejam capazes de refletir sobre os aspectos metodológicos adotados por Redi, que ele aprendeu na Física de Galileu e está aplicando no estudo dos seres vivos. Aqui seria interessante introduzir o conceito de experimento controlado (ou grupo controle). Esse também é um momento apropriado para o professor suscitar a discussão sobre o papel da imaginação e criatividade na investigação científica.

Links sugeridos:

<https://pt.khanacademy.org/science/biology/intro-to-biology/science-of-biology/a/experiments-and-observations/>

O que ele observa é que, nos frascos que foram mantidos abertos, muitas moscas entram e saem e, nesses mesmos frascos, muitos vermes surgem em pouco tempo. Já nos frascos fechados nada se forma, mesmo passados muitos meses.

Ele repete essa série de experimentos, variando os frascos e as carnes, colocando até os próprios vermes mortos ou as próprias moscas que visitam os frascos, mortas, como matéria para apodrecer. E sempre obtém os mesmos resultados: não vê nascer nada nos frascos mantidos fechados, enquanto nos frascos abertos repete-se o aparecimento de larvas e vermes e a formação de “ovos”, que culminam na saída de variadas moscas.

Figura 3: Representação dos experimentos de Redi.

Fonte: LOPES, 2008

Ainda não satisfeito, Redi preocupa-se com o fato de que, nos frascos que estão hermeticamente fechados, o ar talvez não possa entrar. E ele sabe que muitos defendem que o princípio que permite a geração de vida necessita

de contato com o ar. Para sanar também essa dúvida, Redi prepara novos experimentos e, dessa vez, coloca sobre alguns dos frascos um fino véu, mantendo-os em uma caixa também coberta com véu. Nesses frascos, como nos anteriores, ele não vê nascer qualquer coisa, mesmo passado um bom tempo, mesmo quando avistava moscas voando ao redor da caixa contendo as carnes apodrecidas.

Redi parece, então, convencido de que nenhuma carne putrefata teria a capacidade de gerar os vermes, mas que elas seriam o ninho adequado, o qual fornece o alimento para os vermes que eram depositados pelas moscas que visitavam essas carnes.

Digo ainda que eu me sinto inclinado a acreditar que esses vermes são todos gerados do sêmen paterno, e que as carnes, as ervas e outras coisas putrefatas ou passíveis de putrefação não possuem outra função na geração dos insetos do que a de servir de lugar ou ninho adequado. Em tempo de procriar, os vermes, os ovos ou as outras sementes dos vermes são levados aos ninhos onde nascem e encontram alimento suficiente e muito útil para sua nutrição; e se em tal ninho essas sementes não são levadas pelas mães, nada, absolutamente nada, é gerado e nasce. (REDI, 1668, *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 36).

Satisfeito em ter respondido suas perguntas iniciais, Redi começa a descrever seus estudos em uma carta a Carlo Roberto Dati, que era o secretário da *Accademia della Crusca*, uma agremiação de sábios que teriam interesse e conhecimentos para discutir sobre o seu trabalho. O hábito de relatar as conclusões de observações e experimentos por meio de cartas aos secretários das sociedades de estudiosos é bastante comum no século XVII.

Redi inicia o texto apresentando as principais opiniões de sábios antigos e modernos que defendem a geração equívoca dos seres vivos – das quais seus experimentos o levam a discordar –, e apresenta o seu posicionamento favorável à geração unívoca. Em seguida, ele se dedica a descrever detalhadamente todos os experimentos que você acompanhou aqui de modo resumido, seguidos de seus resultados e conclusões. Nessa altura, o seu relato já ultrapassou, e muito, o tamanho de uma “carta normal”. Acabou sendo publicada em Florença, em 1668, como um livro.

Mas o texto de Redi não acaba aí. Resta ainda um terço das páginas. Sobre o que elas tratam? Não é sem espanto que as lemos. Redi continua tratando da geração equívoca alegada para outros tipos de organismos. Será que fará novos experimentos? Para saber disso você terá que avançar mais um pouco nesta história.

Figura 4: Capa do livro que Redi publicou em 1668.

Parada para pensar 5: Qual a importância de relatar, de forma minuciosa, os procedimentos usados nos experimentos, seus resultados e conclusões? Como isso é feito hoje em dia?

Possibilidades de respostas:

Aqui se espera que os estudantes reflitam sobre a importância da descrição e da comunicação de experimentos e observações científicas. Julga-se interessante mediar a discussão de forma que os estudantes consigam compreender a importância da avaliação pelos pares e também a possibilidade de replicação dos experimentos por outros pesquisadores.

Antes de retomar a parte final da carta, vamos dar uma olhada para o que outros estudiosos estão fazendo. O que Redi provavelmente desconhece é que, quase ao mesmo tempo em que realizava seus experimentos, um outro

filósofo natural, dessa vez na Inglaterra, também se questionava sobre a origem dos vermes. Robert Hooke (1635-1703) é um físico, que tinha realizado uma série de observações ao microscópio, depois de ter, ele mesmo, aprimorado esse instrumento, incluindo lentes que poderiam ser removidas, permitindo variar o aumento com que se observava os materiais. Ele se dedicou a uma série de observações, tendo descrito e ilustrado minuciosamente insetos, vermes, fungos e a cortiça – casca da árvore conhecida como sobreiro. Tudo isso foi compilado no livro *Micrographia: or some physiological descriptions of minute bodies*, publicado, veja só, logo agora, em 1665. Dentre essas observações, encontra-se a descrição do desenvolvimento (larva e pupa) de um mosquito, que auxilia Hooke a se posicionar sobre a controversa questão da geração espontânea dos insetos. A partir dessas observações e descrições, ele defende que esses insetos surgem de ovos ou sementes, e não espontaneamente.

Figura 5: Representação das formas jovens de mosquito que Hooke descreveu.

Fonte: HOOKE, 1665.

E a primeira é, será que todas essas coisas, que supúnhamos serem geradas da corrupção e putrefação, não se pode supor que sua origem seja tão natural como aqueles mosquitos, que, muito provavelmente, foram colocados na água, na forma de ovos. Essas sementes ou ovos devem ser certamente muito pequenos, (...) e, em seguida, observei alguns daqueles jovens que devem ter sido gerados depois que a água foi encerrada em uma garrafa e, portanto, muito provavelmente gerados a partir dos ovos, considerando-se que essas criaturas foram geradas a partir da corrupção da água, não sendo anteriormente conhecido um modo provável, pelo qual pudessem ser gerados. (HOOKE, 1961 [1665]).

Parada para pensar 6: O que faz com que dois pesquisadores, de lugares diferentes e que não se comunicam, investiguem o mesmo assunto ao mesmo tempo?

Possibilidades de respostas:

É esperado que os estudantes consigam extrair desse trecho da história que alguns temas se colocam como de grande interesse de acordo com a época. Nesse caso, a origem dos vermes em carnes putrefatas era uma temática ainda sem explicações fundamentadas em observações/experimentos.

Redi sabe, no entanto, que outros pesquisadores também discutem essa questão usando da nova metodologia experimental. Com um deles, William Harvey (1568-1657), ele inclusive se comunica por meio de cartas e chega a citá-lo em seu trabalho:

Mas aquele grande filósofo de nosso tempo, o imortal William Harvey, também sustentou que todos os viventes nascem do sêmen [seme], assim como de um ovo; proceda esse sêmen [seme] de animais da mesma espécie ou de outra. (REDI, 1668, *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 35).

Harvey apresenta uma concepção que se alinha em certa parte às concepções de Redi, apesar de Harvey dar grande ênfase ao ovo – coisa que Redi não faz.

No entanto, Hooke apresenta uma concepção ainda mais alinhada à de Redi, inclusive, acompanhando e observando o desenvolvimento de mosquitos – observações semelhantes às realizadas por Redi. Mas, ao que tudo indica, esses dois pesquisadores não se comunicam: nem Redi faz referência a Hooke e nem o contrário. Uma pena, não? A interação entre esses dois pesquisadores daria bastante conversa.

Mas você deve estar se perguntando: se tanto Harvey quanto Hooke têm concepções próximas às de Redi e ele consegue tantas evidências experimentais que apoiam a geração unívoca, então a questão se encerra por aí, não?

Parada para pensar 7: A conclusão de Redi a favor da geração unívoca fundamenta-se em ter encontrado sempre os mesmos resultados para a geração de moscas, ainda que de diferentes tipos. Isso é suficiente para negar a ocorrência de geração equívoca?

Possibilidades de respostas:

Aqui pode-se fomentar uma discussão sobre o método indutivo, seguindo David Hume (1711-1776). As regularidades que observamos, ou submetemos à experiência, continuarão sempre a acontecer? Em outras palavras, essas observações empíricas oferecem uma base segura para o conhecimento, ou apenas fornecem um conhecimento mais (ou menos) provável, mais (ou menos) forte? Quantas observações precisam ser feitas? As condições das observações são sempre as mesmas?

Realmente, a questão não se encerra aí. Um outro pesquisador da época, chamado Filippo Bonanni (1638-1725) não concorda com as concepções sobre a geração unívoca, nem mesmo após a publicação dos experimentos de Redi. Bonanni é pupilo do padre germânico Athanasius Kircher (1601-1680) que, por sua vez, é um grande defensor da geração equívoca no caso dos insetos, estendendo essa concepção para a geração de moluscos. Ele acredita que os caracóis são produzidos espontaneamente a partir do lodo e que esses animais trazem em si a “marca arquitetônica” de um Criador. Essas discussões de Bonanni são publicadas em um trabalho intitulado *Recriações do olho e da mente nas observações dos caracóis*, em 1681. Esse trabalho, embora apresente diversas ilustrações muito detalhadas de moluscos, é majoritariamente teórico. Ainda em 1681, ele publica, com o pseudônimo de Godefrido Fulberti, *Reflexões sobre as “Relações do reencontro das ovas dos caracóis”*, respondendo, contrariamente à colocação do bolonhês Anton Felice Marsili de que os caracóis provinham de ovos. Bonanni defende nesse trabalho que os caracóis são desprovidos de coração e, conseqüentemente, não têm sangue, não podendo assim gerar ovos.

E é nesse cenário que se trava um verdadeiro embate sobre o tema da geração entre esses dois contemporâneos! Redi não se abala com as publicações de Bonanni e aproveita para criticá-lo, principalmente com relação às suas concepções sobre a ausência de coração em caracóis e sobre a geração espontânea desses animais. Bonanni, em resposta, publica *Observações sobre os seres vivos e não-vivos encontrados*, em 1691, em que expõe suas concepções sobre a geração equívoca dos animais inferiores e critica duramente a concepção defendida por Redi, fazendo, inclusive, referências diretas a ele.

De fato, é necessária uma temperatura quente para gerar tudo, diz Cardano, e se ela diminuir, nada será gerado. O corretíssimo Redi

supôs isso quando expôs em seu Tratado sobre os Seres Vivos que os vermes nunca nasceram dos ovos de moscas no mês de fevereiro, e acrescenta: talvez seja por conta das águas geladas e tempestades do ar.

Tal falha observada com frequência por si interessa ao afamado Redi, especialmente ao afirmar que 'nunca um animal nasce dos ovos, os quais descobrira sobre as flores apodrecidas de erva-doce. Além disso, nenhum animal alado nasce dos vermes no meio das flores de malva observadas, tendo todos morrido sucessivamente'. (BONANNI, 1691).

Parada para pensar 8: Você acha que é comum que pesquisadores discordem? Qual é a importância dessas discordâncias para a ciência? Você consegue pensar em alguma situação recente em que existam discordâncias entre pesquisadores?

Possibilidades de respostas:

Nesta reflexão é esperado que os estudantes tragam à tona questões controversas, defesa de diferentes concepções e que, inclusive, tragam situações recentes, tais como a discussão da esfericidade do planeta Terra e da eficácia de medicamentos e vacinas. Este pode ser um momento importante para discutir com os alunos a diferenciação entre ciência e pseudociência.

Links sugeridos:

http://www.each.usp.br/rvicente/TADI04_CienciaPseudociencia.pdf

<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol9/Num1/pseudociencia.pdf>

Não satisfeito com os questionamentos feitos sobre as concepções acerca da origem dos insetos, Bonanni parte de algumas observações específicas realizadas por Redi e as utiliza para questioná-lo:

Mas o que deverá ser pensado a respeito dos Vermes, que são apanhados no interior da massa do queijo, como expôs D. Redi, sem buraco algum, sem uma pequena fissura sequer aparente?

Logo, sem dúvida os Vermes sobrevivem no vinagre; o raciocínio de D. Francisco Redi ali apresentado, onde escreveu dessa forma, prova que eles [os vermes] não foram transferidos de outro lugar (BONANNI, 1691).

Parada para pensar 9: Como é possível que, a partir das mesmas observações, dois pesquisadores possam chegar a diferentes conclusões? O que pode estar por trás dessas diferentes formas de interpretar os resultados?

Possibilidades de respostas:

Esta talvez seja a questão mais complexa de toda a Narrativa. Isso porque espera-se que os estudantes sejam capazes de compreender que as concepções prévias

dos pesquisadores, em geral, estão vinculadas às suas concepções teóricas, que dependem do contexto no qual esses pesquisadores estão inseridos. Quando dois ou mais pesquisadores possuem arcabouços teóricos diferentes, é bastante provável que interpretem de maneiras diferentes um mesmo resultado. Também é possível discutir com os alunos que nenhuma análise de observações e de resultados é totalmente imparcial, uma vez que sempre são permeadas pelas convicções e pelo aporte teórico que cada pesquisador possui.

Redi não se abate com as críticas de Bonanni e, em resposta, chega a ironizar o fato de ele não realizar experimentos para defender suas concepções, chamando-o de “filósofo de gabinete”. Pelo que se sabe, essa discordância não foi resolvida, uma vez que nenhum dos dois arredou pé de suas próprias convicções.

Parada para pensar 10: Você concorda com Redi no que diz respeito à crítica que ele faz sobre a não experimentação de Bonanni? Toda atividade de pesquisa deve ter, obrigatoriamente, experimentos?

Possibilidades de respostas:

Neste momento é possível que haja diferentes posicionamentos dos estudantes. Isso porque alguns estudantes podem estar mais familiarizados com diferentes abordagens de pesquisa científica do que outros. Este momento também pode ser mote para discutir metodologias científicas de forma mais abrangente, expandindo a noção de um “método científico” único, pautado em teste de hipóteses por meio exclusivo de experimentos.

Links sugeridos:

<https://www.pucsp.br/~dcc-pf/met-cientifica.pdf>

http://relin.letras.ufmg.br/shlee/Metodologia_pesquisa.pdf

Mas, para além da discordância não resolvida e das provocações entre esses pesquisadores, ainda é necessário retomar aquele assunto sobre o final da carta de Redi para Carlo Dati, no qual foi dito que ele retoma o tema da geração sob uma outra perspectiva, em alguns casos. Quando se trata dos vermes que surgem em fungos vivos, em plantas e frutos e no intestino humano, Redi acredita que os próprios organismos vivos seriam dotados de alguma virtude – a mesma que lhes confere a vida – que poderia gerar esses vermes,

mesmo sem a presença de “ovos”. Ele acreditava que esses organismos podem ser gerados a partir de algo que não seriam pais do mesmo tipo, desde que sejam seres que estejam vivos.

[...] creio oportuno expor a minha opinião, de que os frutos, os legumes, as árvores e as folhas tornam-se cheios de vermes de duas maneiras. Uma, porque os vermes vêm de fora e, procurando alimento, abrem caminho para a mais interna medula dos frutos e lenhos. A outra maneira, que eu estimo não conter nada de irracional para acreditar, é que aquela alma ou aquela virtude, que gera as flores e os frutos nas plantas vivas, seja a mesma que gera também os vermes dessas plantas.

[...] Essas diversas considerações me fizeram mudar de opinião. Parece-me mais provável que a geração desses animais nascidos das árvores não sejam uma geração ao acaso, nem feita pelos sêmens [semi] depositados pelas moscas grávidas sobreviventes. [...]. Constatava-se que os vermes das bolotas recebem seu fomento vital do próprio carvalho. (REDI, 1668, *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 44).

Isso não lembra um pouco a concepção de geração equívoca, na medida em que um organismo surge de outro que não lhe é similar (um animal surge das entranhas de um vegetal)? Com a diferença que, no caso dessa concepção, o princípio que gera esses seres está diretamente atrelado a um organismo vivo, mesmo que diferente, e não à matéria sem vida.

Ou seja, embora Redi seja reconhecido como alguém que combateu a geração equívoca, na verdade, a combateu para o caso das moscas, mas continuou a atribuir a uma “alma” ou “virtude” a geração de outros tipos de pequenos animais.

Parada para pensar 11: Por que você acha que Redi mantém essa concepção?

Possibilidades de respostas:

É esperado que os estudantes levistem considerações específicas para o caso de Redi, como por exemplo o fato de ele não ter observado e testado de maneira sistemática diretamente o desenvolvimento de galhas de plantas. Também é possível que os estudantes justifiquem a manutenção de uma concepção paralela porque a explicação que Redi apresentava para outros vermes não se encaixava no surgimento dos seres em questão.

Mas, e quanto aos outros pesquisadores que discutem esse assunto na mesma época? Será que se posicionam quanto à geração desses organismos

em particular? A resposta é: sim! E se posicionam de forma bastante semelhante à de Redi. Hooke, por exemplo, acredita que é possível a geração de seres “inferiores” a partir de um conjunto de substâncias da matéria em putrefação – concepção bastante alinhada à geração equívoca, até mais do que a de Redi.

(...) pode, por certo instinto da natureza, lançar uma espécie de princípio seminal, o qual, cooperando com várias espécies de substâncias em putrefação, pode produzir várias espécies de insetos ou corpos animados: pois encontramos, em muitas espécies desses graus inferiores de corpos animados, que as substâncias em putrefação em que esses ovos, sementes ou princípios seminais são depositados pelos insetos tornam-se como se fossem as matrizes ou úteros que conduzem a sua geração.

Mas que as substâncias animais em putrefação possam produzir animais de uma espécie inferior não vejo nenhuma grande dificuldade e podemos admiti-lo sem nenhum absurdo. (HOOKE, 1961 [1665]).

Harvey também mantém uma concepção que se alinha à geração equívoca – inclusive, citando princípios aristotélicos – para determinados seres, mas sem delimitar explicitamente quais seriam esses seres. Para ele, seres podem ser gerados tanto de forma unívoca – por meio de ovos, por possuir o princípio da vida – como de forma equívoca, a partir de princípios imateriais dotados da capacidade divina de produzir vida.

(...) sejam eles unívocos, ou sejam equivocadamente ou acidentalmente produzidos: todos os corpos naturais são tanto o trabalho quanto os instrumentos desse Supremo Bem, alguns deles sendo meros corpos naturais, como calor, espírito, ar, a temperatura do ar, matéria em putrefação, etc., ou são ao mesmo tempo corpos naturais e animados; pois ele também faz uso dos movimentos, ou forças, ou princípios vitais dos animais de alguma maneira, para a perfeição do universo e a procriação dos vários tipos de seres animados. (HARVEY, 1847[1651]).

Parada para pensar 12: Você acha que a manutenção de uma concepção paralela seja um problema? Isso acontece nos dias de hoje? Existem situações em que uma teoria vigente não consegue explicar alguns casos específicos? O que se deve fazer, abandonar a teoria em questão ou admitir as exceções?

Possibilidades de respostas:

Nesta reflexão espera-se que os estudantes tragam à tona a necessidade de mais observações/experimentações para que se possa generalizar determinadas conclusões. Também é esperado que surja a questão do desenvolvimento tecnológico que

é necessário a certas observações e experimentos e que não estavam disponíveis à época. O mais importante dessa reflexão é que os estudantes consigam notar que é possível – e bastante comum – que pesquisadores mantenham concepções paralelas para aquilo que não se consegue – ainda – explicar.

A discussão sobre a geração dos seres vivos não se encerra no século XVII. Muitos pesquisadores continuaram a travar embates sobre o tema, sob os mais variados argumentos e pautados nos mais diversos experimentos. Mas são discussões para outras histórias. Esta, sobre a discussão ao longo do século XVII, encerra-se por aqui, talvez com mais perguntas do que respostas. Mas o que faz a ciência senão provocar questionamentos?

Epílogo

Durante o século XVII, a discussão sobre a geração de alguns animais – em especial os vermes que surgem em carnes putrefatas – foi intensa. As práticas experimentais das origens das ciências modernas impulsionaram a maneira de discutir e interpretar situações cotidianas. Nesse contexto, os trabalhos experimentais de Francesco Redi se apresentam como um motor propulsor dessas discussões, uma vez que angariam evidências que apoiam a concepção da geração unívoca desses seres, contrariando a concepção vigente mais aceita. Mas Redi não esteve só. Sendo o assunto da geração dos seres vivos um tema de interesse da época, outros pesquisadores também se dedicaram a ele, elaborando conclusões ora semelhantes às de Redi – como o caso, em parte, de Robert Hooke e o de William Harvey – ora contrárias – caso de Bonanni.

O que fica dessa história é a ideia de que a ciência não se dá por acabada, sendo as controvérsias e os questionamentos a sua mola propulsora. A história contada aqui também mostra que a ciência se faz como uma construção coletiva, que depende do contexto de cada época.

Por fim, não se pode ignorar que algumas questões não se resolvem imediatamente e, nesse contexto, é bastante comum que pesquisadores – e até a comunidade científica como um todo – mantenham concepções diferentes para explicar casos particulares. E isso expõe ainda mais o caráter provisório e tentativo da ciência.

Assim, encerramos essa já extensa história com um outro trecho do próprio Redi, no qual ele expõe de forma conjunta as duas concepções, unívoca e equívoca, resumindo a conclusão de seu trabalho e de suas contribuições.

Se essas sementes [semenze] não foram transportadas, nada se verá nascer, como eu disse em outras ocasiões, nem das ervas, nem das carnes podres, nem de qualquer outra coisa que naquele momento não viva atualmente. Ao contrário, se viver e se for verdadeiramente animado, poderá produzir dentro de si algum verme, como nas cerejas, nas peras e nas ameixas, nas bolotas do carvalho, carvalho vermelho, sobreiros, faias, têm nascimento aqueles vermes que se transformam em borboletas, em moscas e em outros pequeninos animais voadores semelhantes. (REDI, 1668, *apud* PRESTES; MARTINS, 2018, p. 45).

Referências bibliográficas

BONANNI, Philippo. *Observationes circa Viventia, quae in Rebus non Viventibus Reperiuntur*. Roma: Tipys Dominici Antonii Herculis, 1691.

HARVEY, Wiliam. Anatomical exercises on the generation of animals. London, 1651. In: *The works of William Havey translated from the Latin with a life of the author by Robert by Willis, M.D.* London: The Sydenham Society, 1847.

HOOKE, Robert. *Micrographia or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon* New York: Dover, 1961 [1665].

PRESTES, Maria Elice B.; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. As diferentes concepções de Francesco Redi (1628-1698) sobre a geração animal e tradução de excertos de 'Experiências sobre a geração de insetos'. *Intelligere - Revista de História Intelectual*, n. 6, p. 17-52, dez. 2018. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2447-9020.intelligere.2018.144362>. Disponível em: <http://revistas.usp.br/revistaintelligere>.

REDI, Francesco. Esperienze intorno alla generazione degl'insetti. Tomo primo, p. 27-144, In: REDI, Francesco. *Opere di Francesco Redi, gentiluomo Aretino, e Accademico della Crusca*. Napoli: Raffaele Gessari, 1741. [em 9 vols, de 1741-1811, com diferentes editoras].

Após a apresentação do material pedagógico elaborado a partir das discussões históricas sobre a origem e reprodução dos seres vivos no século XVII, passe-se, então, às considerações finais deste trabalho. Entretanto, vale ressaltar que o destaque a esse material pedagógico – evidenciado pela sua separação em um capítulo específico – teve como objetivo facilitar o acesso a profissionais da educação, tornando-o mais facilmente identificável dentro do texto da dissertação.

5 Considerações finais

A partir da pesquisa de história da Biologia realizada nesta dissertação, foi possível conhecer de modo mais aprofundado as posições de Francesco Redi sobre a geração dos seres vivos. Redi mostrou, com base em longas séries de observações e experimentos, que os vermes que surgem nas carnes em putrefação eclodem de ovos depositados por moscas que ali se alimentam. Com base nos seus resultados, Redi alertou que tais vermes não eram gerados de modo equívoco (espontâneo), como era pensado à época. Entretanto, em alguns casos – como vermes de frutos e flores e galhas de plantas, nos quais não encontrou evidências de geração por ovos de progenitores – manteve a explicação tradicional, aceitando a existência de um “princípio” inerente a organismos vivos que permitia a determinados organismos gerarem outros organismos, de natureza diferente (de um vegetal podiam ser gerados fungos ou vermes). A leitura integral do livro de Redi e sua análise diacrônica, baseada no contexto epistêmico de sua época, ofereceu, assim, uma interpretação mais acurada do que aquela produzida pela historiografia antiga e popularizada em materiais de divulgação e manuais de ensino. Redi contestou, e com veemência, a geração espontânea dos vermes nas carnes e outros casos de geração atribuída a materiais em putrefação, mas manteve a defesa da geração espontânea a partir de outros organismos vivos.

A pesquisa também permitiu inserir a questão da geração dos seres vivos – em especial dos insetos – no contexto mais amplo da ciência da época, mostrando que o tema despertava o interesse de diversos estudiosos. Assim, Redi não foi um investigador isolado nem solitário, como aparecia na historiografia antiga, mas dialogou direta e indiretamente com seus contemporâneos e contou com colaboradores no âmbito do mecenato na Corte dos Medici. Foram destacados aqui três estudiosos, contemporâneos a Redi, que discutiram o tema. A partir das análises de trechos de textos desses três autores, foi possível estabelecer paralelos entre as ideias defendidas por cada um e as ideias de Redi, permitindo, assim, conhecer a dinâmica de relações e comunicação entre os eruditos da época.

Robert Hooke também investigou o ciclo de vida de um mosquito culicídeo (larva, pupa e metamorfose) chegando à conclusão bastante semelhante à de Redi –

contrária à geração espontânea desses organismos, mas mantendo concepção alinhada à geração equívoca, inclusive a partir de matérias mortas, para “animais inferiores”. Desenvolveu sua investigação independentemente de Redi – não foram encontradas evidências de que os dois se comunicaram – e, inclusive, Hooke publicou seus apontamentos em seu *Micrographia*, de 1665, três anos antes, portanto, do médico e filósofo natural italiano. Assim, pudemos destacar características e discussões específicas daquele momento histórico, e suas influências sobre as questões investigadas. O episódio, inclusive, exemplificou mais um caso em que discussões semelhantes são investigadas de forma independente e que conclusões semelhantes são elaboradas – à maneira do mais conhecido caso de Wallace e Darwin. Entretanto, ao aceitar a geração a partir de matéria morta, Hooke segue uma perspectiva mecânica de que as partes (materiais) são suficientes para explicar a geração e desenvolvimento dos seres vivos, colocando-o numa perspectiva bem diferente da de Redi.

Já William Harvey defendeu que os organismos sempre provêm de uma substância material presente no “ovo”. Porém, ele concebeu que o ovo, assim como o sangue, era dotado de um princípio vital. Assim, também defendia que a geração dos animais não se dava de forma espontânea como pensavam os antigos, mas seu posicionamento difere em parte do de Redi, pois atribuía um princípio vital ao ovo que Redi não concebia. Com sua máxima de que tudo provém do ovo, Harvey, como Redi, não abandonou inteiramente a noção de geração equívoca, atribuindo a capacidade gerativa a um “princípio vital” e a um “Ser Supremo”. Ambos consideram que um princípio nos organismos vivos gera outro organismo vivo e, assim, podem ser considerados como herdeiros do não-reducionismo de Aristóteles. Redi e Harvey trocaram correspondências sobre o tema e, portanto, é possível que haja influência dessa comunicação nas concepções defendidas por Redi, exemplificando que o conhecimento científico é construído de forma coletiva.

Philippo Bonanni, por outro lado, colocou-se veementemente favorável à geração equivocada, ou seja, reafirmou a sua crença na geração espontânea de animais inferiores, além de endereçar críticas diretas ao conterrâneo. As discordâncias entre os dois autores italianos caracterizam uma autêntica controvérsia científica no sentido de MacMullin, porque foi duradoura, pública e reconhecida pela comunidade de eruditos. Diferentemente da antiga historiografia, na atual, a análise das controvérsias é não apenas um método para conhecer mais profundamente o pensamento dos autores envolvidos, como uma ilustração do papel que desempenham em impulsionar o

conhecimento científico, fazendo conhecer as diferentes concepções teóricas dos indivíduos, bem como suas práticas metodológicas.

A análise contextualizada desse episódio histórico permitiu ainda destacar alguns aspectos da Natureza da Ciência que podem ser discutidos explícita e reflexivamente quando se analisa a contribuição de Redi, notadamente, a compreensão do conhecimento científico como construção coletiva, quem tem um caráter tentativo e provisório, influenciando e sendo influenciado pelo contexto histórico, social, cultural e econômico da época.

Além disso, foi possível notar que os quatro autores contemporâneos apresentam permanências e descontinuidades, indicando que as mudanças do conhecimento científico não são abruptas, mas ocorrem como um processo, lento e heterogêneo (ALFONSO-GOLDFARB, 1994).

O episódio histórico analisado contextualmente mostrou-se muito promissor para uma nova abordagem em sala de aula. A expansão do contexto epistêmico e social de Redi, baseada na análise de obras originais do século XVII, levou à produção de uma contribuição inédita para a história da biologia, apresentada no capítulo 2. A pesquisa possibilitou ainda a elaboração de um material instrucional, a Narrativa Histórica apresentada no capítulo 4, recontextualizada pedagogicamente e organizada por princípios do ensino por investigação (CARVALHO, 2018; TRIVELATO, TONIDANDEL, 2015; SOLINO, FERRAZ, SASSERON, 2015), com o objetivo de aumentar o interesse, e consequentemente, a aprendizagem dos alunos sobre o tema da origem e reprodução dos seres vivos – conteúdos bastante valorizados pelo documento oficial que norteia os planos de ensino atuais. Entremeada de “Paradas para pensar”, que promovem discussão explícita e reflexiva sobre aspectos de natureza da ciência, a Narrativa também almeja habilitar os alunos a uma compreensão fundamentada do fazer científico em diferentes contextos sociais, culturais, históricos. Espera-se, dessa forma que a construção do conhecimento científico possa ser valorizada, aproximando os estudantes da ciência e estimulando o pensamento crítico – habilidades também valorizadas nas propostas de ensino atuais, contribuindo com o almejado letramento científico necessário à formação integral desses estudantes.

Espera-se que os resultados da pesquisa histórica contribuam com subsídios da história da ciência para a pesquisa na área e também para a formação de professores de ciências e que a Narrativa constitua uma ferramenta que possa ser adaptada

e inserida em planejamentos de ensino de diferentes realidades escolares, bem como submetida a avaliações empíricas de sua efetividade.

Referências Bibliográficas Primárias

BONANNI, Philippo. **Observationes circa Viventia, quae in Rebus non Viventibus Reperiuntur**. Roma: Typis Dominici Antonij Hercules, 1691.

HARVEY, William. **Estudo anatômico sobre o movimento do coração e do sangue nos animais**. Tradução de Regina André Rebollo. São Paulo: EDUSP, 1999. (Série Cadernos de Tradução, n. 5)

HARVEY, William. Anatomical exercises on the generation of animals. *In: The works of William Harvey M.D*: translated from the Latin with a life of the author. Translated by Robert Willis. London: Sydenham Society, 1847.

HOOKE, Robert. **Micrographia**. New York: Dover Phoenix Editions, 2003.

HOOKE, Robert. **Micrographia or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries thereupon** New York: Dover, [1665] 1961.

REDI, Francesco. Esperienze intorno alla generazione degli insetti. *In: REDI, Francesco. Opere di Francesco Redi, gentiluomo Aretino, e Accademico della Crusca*. Tomo primo, p. 27-144. Napoli: Raffaele Gessari, 1741. [Em 9 vols, de 1741-1811, com diferentes editoras].

REDI, Francesco. **Esperienze intorno alla generazione degli insetti**. Firenze: Stella, 1668.

REDI, Francesco. **Experiments on the generation of insects**. Translated from the Italian edition of 1688 by Mab Bigelow. Chicago: Open Court, 1909.

REDI, Francesco. **Osservazioni intorno agli animali viventi che si trovano negli animali viventi**. Firenze: [s.n.], 1684.

Referências Bibliográficas Secundárias

ABD-EL-KHALICK, Fouad. **The influence of history of science courses on students' conceptions of nature of science**. 1999. Thesis (doctoral degree in Philosophy). Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA, 1999. 547 p.

ABD-EL-KHALICK, Fouad; LEDERMAN, Norman G. The influence of history of science courses on students' views of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 37, n. 10, p. 1057-1095, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Norman_Lederman/publication/229688748_The_Influence_of_history_of_science_courses_on_students'_views_of_nature_of_science/links/5b5199e3aca27217ffa6bd7a/The-Influence-of-history-of-science-courses-on-students-views-of-nature-of-science.pdf. Acesso em: 27 set. 2020.

AKERSON, Valerie L.; ABD-EL-KHALICK, Fouad; LEDERMAN, Norman G. Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teachers' conceptions of nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 37, n. 4, p. 295-317, 2000. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/%28SICI%291098-2736%28200004%2937%3A4%3C295%3A%3AAID-TEA2%3E3.0.CO%3B2-2>. Acesso em: 27 set. 2020.

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria. Ciência e sociedade no século XVII europeu: a formação da cosmologia moderna. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, n. 6 (nesp), p. 49-55, jun. 1989. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/10069/9294>. Acesso em: 27 set. 2020.

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria. **O que é história da ciência**. São Paulo. Brasiliense, 1994.

ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; BELTRAN, Maria Helena Roxo. A historiografia contemporânea e as ciências da matéria: uma longa rota cheia de percalços. In: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; BELTRAN, Maria Helena Roxo. **Escrevendo a História da Ciência**: tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: Educ: FAPESP, 2004. p. 49-73.

Allchin, D. Pseudohistory and Pseudoscience. **Science & Education**, n. 13, p. 179–195, April 2004. DOI: <https://doi.org/10.1023/B:SCED.0000025563.35883.e9>. Disponível em: <https://rdcu.be/b7LfX>. Acesso em: 27 set. 2020.

ALLCHIN, Douglas. **Teaching the nature of Science**: perspectives & resources. Saint Paul: SHiPS, 2013.

ALMEIDA, Argus Vasconcelos de; MAGALHÃES, Francisco de Oliveira. Robert Hooke e o problema da geração espontânea no século XVII. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 367-388, set. 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-31662010000300004>. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/ss/article/view/11209/12977>. Acesso em: 30 maio 2018.

ARAÚJO, Renata Andrade Medeiro de; ARAÚJO, João Paulo Ferraro Turano de; GONÇALVES, Davi Martinelli; PRADO, Mariana Antonieta Barreto do; ZUMPANO, Ornella Gonçalves; FREITAS, Cláudia Barboza de; CORSO, Thiago Marinho del; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. A utilização da História da Ciência no ensino: observações de Robert Hooke como recurso motivacional ao estudo da célula. *In: ENCONTRO DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA BIOLOGIA*, 2013, Florianópolis. **Caderno de Resumos**. São Paulo: Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia, Rio de Janeiro: Booklink, 2013. p. 199-202. Disponível em: <http://www.abfhib.org/2013-Encontro/Anais-Encontro-Hist-Fil-Bio-2013.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

AZEVEDO, Carolina Perozzi Guedes de; SILVA, Caio Guerrato Coelho da; SILVA, Cristina dos Santos; MAIA, Giovanna Vasconcelos; MELLO, João Cerveleira de; BOZZO, Marcel Valentino; CORSO, Thiago Marinho del; PRESTES, Maria Elice Brzezinski. Replicação de experimentos históricos de Robert Hooke (1635-1703) visando o ensino aprendizagem da teoria celular: um estágio como pesquisa em escola pública de ensino fundamental em São Paulo. *In: ENCONTRO DE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA BIOLOGIA*, 2013, Florianópolis. **Caderno de Resumos**. São Paulo: Associação Brasileira de Filosofia e História da Biologia, Rio de Janeiro: Booklink, 2013. p. 44-49. Disponível em: <http://www.abfhib.org/2013-Encontro/Anais-Encontro-Hist-Fil-Bio-2013.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

BALME, D.M. **Philosophical issues in Aristotle's Biology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1987.

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. **História da Ciência para formação de professores**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014, 128 p.

BERÇOT, Filipe Faria. **História da biologia e natureza da ciência na formação inicial de professores**: uma sequência didática sobre reprodução animal no século XVIII nos estudos de Charles Bonnet e Abraham Trembley. 2018. Tese (Doutorado em Biologia (Genética)) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. DOI: 10.11606/T.41.2019.tde-11012019-142836. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-11012019-142836/pt-br.php>. Acesso em: 25 jan. 2020.

BERÇOT, Filipe Faria e PRESTES, Maria Elice Brzezinski. Narrativa de história da biologia para a sala de aula: "Abraham Trembley (1710-1784) e a criatura que desafiou a classificação". **Boletim de História e Filosofia da Biologia**, v.10, n.4, 2016. Disponível em: <http://www.abfhib.org/Boletim/Boletim-HFB-10-n4-Dez-2016.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

BERNARDI, Walter. **Francesco Redi: scienziato e poeta alla Corte dei Medici**. S. l.: s. n., s. d. Disponível em: www.francescoredi.it. Acesso em: 02 jun. 2018.

BONANNI, PHILIPPO. *In: Encyclopedia.com*. Oxford, UK; Columbia, US: ELITE CAFEMEDIA PUBLISHER, 2020, c2020. Disponível em: <https://www.encyclopedia.com/science/dictionaries-thesauruses-pictures-and-press-releases/buonanni-philippo>. Acesso em: 1 jul. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2018.

BRITO, Armando A. de Sousa e. Quem tramou Robert Hooke? **Ciência & Tecnologia dos Materiais**, Lisboa, v. 20, n. 3-4, p. 35-50, dez. 2008. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0870-83122008000200007&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 27 set. 2020.

BRITTO, Paulo Henriques. Tradução e ilustração. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 26, n. 76, p. 21-27, 2012. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/47535/51264>. Acesso em: 27 set. 2020.

BRUNELLI, Ariane. **O desenvolvimento do conceito de linkage (1902-1915):** uma contribuição histórica para o ensino de genética. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. DOI: 10.11606/D.81.2015.tde-20072015-102850. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-20072015-102850/pt-br.php>. Acesso em: 27 set. 2020.

CARVALHO, Eduardo Crevelário de. **A controvérsia sobre a geração espontânea entre Needham e Spallanzani:** implicações para o ensino de biologia. 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. DOI: 10.11606/D.81.2013.tde-25062013-103329. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-25062013-103329/pt-br.php>. Acesso em: 27 set. 2020.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n 3, dez. 2018, p. 765–794. DOI: 10.28976/1984-2686rbpec2018183765. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852/3040>. Acesso em: 27 set. 2020.

CORTEZ, Eduardo Pessonina Molina. **Descobrimos a seleção natural: uma proposta de ensino baseada na história da ciência**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

DONATELLI, Marisa Carneiro de Oliveira Franco. Os *Excerpta anatomica* de Descartes: anotações sobre a fisiologia e a terapêutica. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 235-252, jun. 2008 DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-31662008000200006>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-31662008000200006&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 27 set. 2020.

ERDURAN, Sibel & DAGHER, Zoubeida R. **Reconceptualizing the nature of Science for Science Education:** scientific knowledge, practices and other family categories. Springer Netherlands, 2014.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto de Andrade. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n.1, p. 27-59, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n1p27>. Acesso em: 27 set. 2020.

FRANCO, Luiz Gustavo; MUNFORD, Danusa. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**, Itatiba, v. 36, n. 1, p. 158-170, jan./abr. 2018. DOI: <https://doi.org/10.24933/horizontes.v36i1.582>. Disponível em: <https://revistahorizontes.usf.edu.br/horizontes/article/view/582>. Acesso em: 27 set. 2020.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, Bauru, SP, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/01.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

GILLISPIE, Charles Coulston (org). **Dictionary of Scientific Biography**. New York: Charles Scribner's Sons, 1981. v. 11

GILLISPIE, Charles Coulston. **Dicionário de biografias científicas**. Trad. Carlos Lameida Pereir. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007.

GOTTHELF, Allan. **Teleology, first principles, and scientific method in Aristotle's Biology**. Oxford: Oxford University Press, 2012.

HALL, A. Rupert. **A revolução na Ciência: 1500-1700**. Lisboa: Edições 70, 1988.

HARVEY, WILLIAM. In: **Encyclopedia.com**. Oxford, UK; Columbia, US: ELITE CA-FEMEDIA PUBLISHER, 2020, c2020. Disponível em: <https://www.encyclopedia.com/people/medicine/medicine-biographies/william-harvey>. Acesso em: 1 jul. 2018.

INÊZ, Tiago Guimarães. **Um modelo para o ensino sobre a natureza da ciência no contexto das Ciências Biológicas**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/30796>. Acesso em: 27 set. 2020.

JENSEN, Gerda Maisa. **Charles Darwin (1809-1882) e os peixes elétricos: história e natureza da ciência no ensino de ciências na Educação de Jovens e Adultos**. 2016. Tese (Doutorado em Biologia (Genética) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016. DOI: 10.11606/T.41.2017.tde-13122016-111043. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-13122016-111043/pt-br.php>. Acesso em: 25 jan. 2020.

JENSEN, Gerda Maisa. **Lazzaro Spallanzani (1729-1799) e o torpedo: um tipo de peixe elétrico?** 2008. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/handle/handle/13411>. Acesso em: 25 jan. 2020.

KAMPOURAKIS, Kostas. The “general aspects” conceptualization as a pragmatic and effective means to introducing students to nature of science. **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 53, n. 5, p. 667-682, May 2016. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.21305>. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/tea.21305>. Acesso em: 27 set. 2020.

KAMPOURAKIS, Kostas; MCCOMAS, William F. Charles Darwin and evolution: illustrating human aspects of science. **Science & Education**, vol. 19, p. 637-654, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-009-9201-y>. Acesso em: 27 set. 2020.

KAMPOURAKIS, Kostas; GRIPIOTIS, Christos. Darwinism in context: an interdisciplinary, highly contextualized course on nature of science. **Perspectives in Science**, vol. 5, p. 25-35, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pisc.2015.05.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213020915000233>. Acesso em: 27 set. 2020.

KLASSEN, Stephen. The construction and analysis of a science story: a proposed methodology. **Science & Education**, v. 18, p. 401-423, 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-008-9141-y>. Acesso em: 27 set. 2020.

KLASSEN, Stephen. The relation of story structure to a model of conceptual change in science learning. **Science & Education**, v. 19, p. 305-317, 2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-009-9212-8>. Acesso em: 27 set. 2020.

KLEPKA, Verônica; CORAZZA, Maria Julia. *Animálculo, Infusório, Protozoa, Primi-genum, Protoctusta, Primalia ou Protista?*: contribuições históricas para o problema conceitual dos protozoários. **História da Ciência e Ensino**, vol. 15, p. 41-62, 2017. DOI: <https://doi.org/10.23925/2178-2911.2017v15p41-62>. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/hcensino/article/view/28915>. Acesso em: 27 set. 2020.

KRAGH, Helge. **An introduction to the historiography of Science**. Cambridge: New York, 1987.

LAHBE - Laboratório de História da Biologia e Ensino. **Materiais**. Disponível em <http://lahbe.ib.usp.br/usp.html>. Acesso em: 6 jul. 2018.

LEDERMAN, Norman G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992. Disponível em: https://www.academia.edu/26344455/Students_and_teachers_conceptions_of_the_nature_of_science_A_review_of_the_research. Acesso em: 27 set. 2020.

LEDERMAN, Norman G. Nature of Science: Past, Present and Future. In: ABELL, Sandra K.; LEDERMAN, Norman G. (ed.). **Handbook of research on science education**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2007. p. 831-880.

LEHOUX, Daryn. Observation Claims and Epistemic Confidence in Aristotle's Biology. **Isis**, v. 108, n. 2, p. 241-258, June 2017. Disponível em: <https://www.journals.uchicago.edu/doi/abs/10.1086/692679>. Acesso em: 27 set. 2020.

LENNOX, James G. **Aristotle's philosophy of biology: studies in the origins of life science**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

LEROI, Armand Marie. **The Lagoon: how Aristotle invented Science**. New York: Penguin, 2014.

MCMULLIN, Ernan. Scientific controversy and its termination. *In*: ENGELHARDT Jr., H. Tristram (ed.); CAPLAN, Arthur L. (ed.). **Scientific Controversy**: case studies in the resolution and closure of disputes in science and technology. Cambridge: Cambridge University Press, 1987. cap. 2, p. 49-92.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Pasteur e a geração espontânea: uma história equivocada. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 65-100, 2009. Disponível em: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-03-Lilian-Martins.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. História da Ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132005000200011>. Acesso em: 27 set. 2020.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. A história da ciência e o ensino da biologia. **Ciência & Ensino**, n. 5, p. 18-21, dez. 1998. Disponível em: <http://143.0.234.106:3537/ojs/index.php/cienciaeensino/issue/view/6>. Acesso em: 27 set. 2020.

MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira; MARTINS, Roberto de Andrade. Geração espontânea: dois pontos de vista. **Perspicillum**, v. 3, n. 1, p. 5-32, 1989. Disponível em: <http://www.ghc.usp.br/server/pdf/lacpm-01.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

MARTINS, Lilian A.-C. P.; MARTINS, Roberto de Andrade. Uma leitura biológica do *De anima* de Aristóteles. **Filosofia e História da Biologia**, v. 2, p. 405-426, 2007. Disponível em: http://www.abfhib.org/FHB/FHB-02/FHB-v02-24-Roberto-Martins_Lilian-Martins.pdf. Acesso em: 27 set. 2020.

MARTINS, Roberto de Andrade. **Aristóteles e o estudo dos seres vivos**. S. l.: Lulu Press, 2015.

MARTINS, Roberto de Andrade. Robert Hooke e a pesquisa microscópica dos seres vivos. **Filosofia e História da Biologia**, v. 6, n. 1, p. 105-142, 2011. Disponível em: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-06-1/FHB-6-1-07-Roberto-Martins.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

MARTINS, Roberto de Andrade. A teoria aristotélica da respiração. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Série 2, v. 2, n. 2, p. 165-212, 1990. Disponível em: <http://www.ghc.usp.br/server/pdf/ram-39.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

MATTHEWS, Michael R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual e a reaproximação. Tradução: Cláudia Mesquita de Andrade **Caderno catarinense de ensino de Física**, vol. 12, n. 3, p. 164-214, 1995. DOI: <https://doi.org/10.5007/%25x>. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/7084>. Acesso em: 27 set. 2020.

MATTHEWS, Michael R. Constructivism and Science Education: a further appraisal. **Journal of Science Education and Technology**, v. 11, p. 121–134, June 2002. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1014661312550>. Acesso em: 27 set. 2020.

MATTHEWS, Michael R. Teaching the philosophical and worldview components of science. **Science & Education**, v. 18, p. 697–728, February 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9132-4>. Acesso em: 27 set. 2020.

MATTHEWS, Michael R. Changing the focus: from Nature of Science (NOS) to Features of Science (FOS). In: KHINE, Myint Swe (ed.). **Advances in Nature of Science research: concepts and methodologies**. Dordrecht, Holanda: Springer Netherlands, 2012.

MATTHEWS, Michael R. **International handbook of research in History, Philosophy and Science Teaching**. Dordrecht, Holanda: Springer Netherlands, 2014.

MATTHEWS, Michael R. **Science teaching**: the contribution of History and Philosophy of Science. 20th anniversary revised and expanded edition. 2nd ed. New York: Routledge, 2015.

MENEZES, Orlando Bastos de. A origem dos seres vivos, à luz da evolução do pensamento humano: da decadência da civilização grega até o século XVII: o destronamento da teoria da geração espontânea – parte II. **Sitientibus**, Feira de Santana, n.11, p. 47-80, jan./jun. 1993. Disponível em: http://www2.uefs.br/sitientibus/pdf/11/a_origem_dos_seres_vivos.pdf. Acesso em: 27 set. 2020.

METZ, Don; KLASSEN, Stephen. Building a foundation for the use of historical narratives. **Science & Education**, v. 16, n. 3-5, p. 313-334, April 2006. DOI: 10.1007/s11191-006-9024-z. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-006-9024-z>. Acesso em: 27 set. 2020.

METZ, D. We now interrupt the story: mediating student learning using historical stories. In: PROCEEDINGS OF THE NINTH INTERNATIONAL HISTORY, PHILOSOPHY AND SCIENCE TEACHING CONFERENCE, June 24-28, 2007, Calgary, Canada. **Proceedings [...]**. S. l.: s. n., 2007.

MORAIS, Wanderson Rodrigues. **História e natureza da ciência no ensino de Biologia**: perfil e concepções de professores em serviço e de materiais didáticos. 2016. 230 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/137911>. Acesso em: 27 set. 2020.

NASCIMENTO JÚNIOR, Antônio Fernandes; SOUZA, Daniela Cristina de. Um olhar sobre o estudo dos seres vivos na revolução científica dos séculos XVI e XVII: uma contribuição para o estudo da construção do pensamento biológico. **Theoria: Revista eletrônica de Filosofia**, Pouso Alegre, v. IV, n. 11, 2012. Disponível em: https://www.theoria.com.br/edicao11/um_olhar_sobre_o_estudo_dos_serres_vivos.pdf. Acesso em: 27 set. 2020.

NASCIMENTO JÚNIOR, Antônio Fernandes e SOUZA, Daniela Cristina de. Um olhar sobre o estudo dos seres vivos na idade média: temas fundamentais da biologia na filosofia da natureza. **Theoria: Revista eletrônica de Filosofia**, Pouso Alegre, v. 3, n. 6, 2011. Disponível em: https://www.theoria.com.br/edicao0611/um_olhar_%20sobre_idade%20media.pdf. Acesso em: 27 set. 2020.

PALMA, Lorena Cristina Romero; GUARNIERI, Patricia Vecchio; PANSERA, Fernanda Cristina; GATTI, Sandra Regina Teodoro. Um levantamento de teses e dissertações de um programa de pós-graduação sobre a aproximação da História da Ciência e o Ensino de Ciências. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 2, n. 1, p. 401-419, jan./jul. 2017. DOI: 10.3895/actio.v2n1.6788. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/6788>. Acesso em: 27 set. 2020.

PARKE, Emily C. Flies from meat and wasps from trees: reevaluating Francesco Redi's spontaneous generation experiments. **Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences**, v. 45, p. 34-42, March 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.shpsc.2013.12.005>. Acesso em: 27 set. 2020.

PEREIRA, Miler Rodrigo. **História da Ciência no Ensino Médio**: experimentos de Lazzaro Spallanzani sobre reprodução animal. 2014. Tese (Doutorado em Biologia (Genética)) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. DOI: 10.11606/T.41.2014.tde-27012015-083442. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-27012015-083442/pt-br.php>. Acesso em: 25 jan. 2020.

PINTO, H. A Medicina no *Discurso do Método* de Descartes: um breve apontamento. **Arquivos de Medicina, Porto**, v. 23, n.1, p. 23-26, 2009. Disponível em: http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0871-34132009000100005. Acesso em: 27 set. 2020.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski. **Observation and experience with animals: a *longue durée* history**. *No prelo*.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski. A herança de caracteres adquiridos como oposição entre Lamarck e Darwin: de onde vem, afinal, essa pseudo-história? Resenha do livro de Roberto de Andrade Martins, *George John Romanes and the struggle for Darwin's mantle. Containing Romanes' 1886 article on Physiological Selection* (E-book. Privatus Typus, 2017). **História e Filosofia da Biologia**, v. 11, n. 4, p. 7-10, dez. 2017. Disponível em: <http://www.abfhib.org/Boletim/Boletim-HFB-11-n4-Dez-2017.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski. **A biologia experimental de Lazzaro Spallanzani (1729-1799)**. 2003. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski. **Teoria celular: de Hooke a Schwann**. São Paulo: Scipione, 1997.

PRESTES, Maria Elice Brzezinski; CALDEIRA, Ana Maria de Andrade. Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. **História e Filosofia da Biologia**, vol. 4, p. 1-16, 2009. Disponível em: <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-0-Maria-Elice-Prestes-Ana-Maria-Caldeira.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020.

PRESTES, Maria; TAVARES, Taysy. Pseudo-história e ensino de ciências: o caso Robert Hooke (1635-1703). **Revista da Biologia**, v. 9, n. 2, p. 35-42, 2012. DOI: <https://doi.org/10.7594/revbio.09.02.07>. Disponível em: <https://revista.ib.usp.br/volume9f2>. Acesso em: 27 set. 2020.

PRESTES, Maria Elice B.; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. As diferentes concepções de Francesco Redi (1628-1698) sobre a geração animal e tradução de excertos de 'Experiências sobre a geração de insetos'. **Intelligere - Revista de História Intelectual**, n. 6, p. 17-52, dez. 2018. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2447-9020.intelligere.2018.144362>. Disponível em: <http://revistas.usp.br/revistaintelligere>. Acesso em: 27 set. 2020.

RAMOS, Maurício de Carvalho. A *vênus física* de Maupertius: antigas ideias sobre a geração reformadas pelo mecanicismo newtoniano. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 79-101, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-31662005000100005>. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/ss/article/view/11029>. Acesso em: 27 set. 2020.

REDI, FRANCESCO. In: **Encyclopedia.com**. Oxford, UK; Columbia, US: ELITE CA-FEMEDIA PUBLISHER, 2020, c2020. Disponível em: <https://www.encyclopedia.com/people/science-and-technology/zoology-biographies/francesco-redi>. Acesso em: 1 jul. 2018.

RIBEIRO, Marcus Eduardo Maciel; RAMOS, Maurivan Güntzel. A pesquisa em sala de aula no âmbito do ensino de Ciências: a perspectiva da Base Nacional Comum Curricular do Ensino Fundamental. ENCONTRO DE DEBATES SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA: EDEQ - 37 ANOS: "RODAS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES NA EDUCAÇÃO QUÍMICA, 37, 9-10 de novembro, Rio Grande, 2017. **E-book [...]**. Rio Grande: Ed. da FURG, 2018. Disponível em: <https://edeq.furg.br/imagens/ebook/37edeqebook.pdf>. Acesso em: 27 set. 2020. 1310 p.

SILVA, Alex Costa da, INFANTE-MALACHIAS, María Elena. Reflexões sobre a convergência do pensamento de Paulo Freire e de Edgar Morin: contribuições para a formação docente. **Cadernos de Educação**, Pelotas, n. 42, p. 223-242, maio/ago., 2012. DOI: [HTTPS://DOI.ORG/10.15210/CADUC.V0I42](https://doi.org/10.15210/CADUC.V0I42). Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/view/2155>. Acesso em: 27 set. 2020.

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 Biologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-25072014-173516/pt-br.php>. Acesso em: 27 set. 2020.

SOLINO, Ana Paula; FERRAZ, Arthur Tadeu; SASSERON, Lúcia Helena. Ensino por investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas escolares. XXI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 21, 2015, Uberlândia. **Anais [...]**. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/276295141_ENSINO_POR_INVESTIGACAO_COMO_ABORDAGEM_DIDATICA_DESENVOLVIMENTO_DE_PRATICAS_CIENTIFICAS_ESCOLARES. Acesso em: 27 set. 2020.

SOUZA, Rosa Andrea Lopes e PRESTES, Maria Elice Brizezinski. História da ciência no ensino: uma análise de dissertações de mestrado. *In*: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 13, 2012, São Paulo. **Anais [...]**. S. l.: s.n., 2012.

SOUZA, Rosa Andrea Lopes de. **A viagem de Alfred Russel Wallace ao Brasil: uma aplicação de história da ciência no ensino de biologia**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. DOI: 10.11606/D.81.2014.tde-13042015-144132. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/81133/tde-13042015-144132/pt-br.php>. Acesso em: 27 set. 2020.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. spe, p. 97-114, nov. 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s06>. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172015000400097&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 27 set. 2020.

WILLIAM HARVEY. *In*: History – Historic figures. BBC UK website, c2014. Disponível em: http://www.bbc.co.uk/history/historic_figures/harvey_william.shtml. Acesso em: 27 set. 2020.

ZAIA, Dimas A. M. Da geração espontânea à química prebiótica. **Química Nova**, vol.26, n.2, p. 260-264, 2003. Disponível em: http://static.sites.sbq.org.br/quimica-nova.sbq.org.br/pdf/Vol26No2_260_19.pdf. Acesso em: 27 set. 2020.

ZATERKA, L. **A filosofia experimental na Inglaterra do século XVII**: Francis Bacon e Robert Boyle. São Paulo: FAPESP/Humanitas, 2004.