

Geração Espontânea: a controvérsia entre Pasteur e Pouchet em sala de aula

Gessyka Kalen Diniz

Juliana M. Hidalgo

Resumo

Em meados do século XIX, uma controvérsia científica envolveu os naturalistas Louis Pasteur e Félix Pouchet. Sob o cenário de uma França fortemente conservadora e religiosa, os dois franceses entraram em disputa acerca da Geração Espontânea, teoria segundo a qual a vida podia surgir a partir da matéria inanimada. Considerada por muitos uma teoria materialista, costumava ser associada à Evolução darwinista, sendo, então, sujeita a ataques religiosos na época. Pouchet, favorável à Geração Espontânea, e Pasteur, contrário a essa teoria, realizaram diversos procedimentos experimentais e se envolveram em intensa argumentação, disputando, publicamente, um prêmio oferecido pela Academia de Ciências da França. Apesar de se constituir como um importante episódio da História da Ciência, a controvérsia científica protagonizada pelos dois personagens costuma não estar presente no contexto didático. O naturalista Félix Pouchet geralmente não é mencionado em livros didáticos, os quais habitualmente trazem Louis Pasteur como um herói. Pasteur teria sido responsável pela “derrubada” da Geração Espontânea, a qual parece, segundo narrativas escolares usuais, se constituir como uma mera crença apoiada por argumentos frágeis e, portanto, merecidamente descartada. O presente artigo se contrapõe a esse panorama ao apresentar uma proposta didática, embasada na legislação educacional brasileira, que busca oferecer uma aproximação mais adequada em relação ao referido episódio histórico, ao mesmo tempo em que explora questões relacionadas à Natureza da Ciência de forma contextualizada, avigorando a dialogicidade em sala de aula.

Palavras-chave: *Controvérsia Científica; Geração Espontânea; Natureza da Ciência.*

Abstract

In the mid-19th century, a scientific controversy involved the naturalists Louis Pasteur and Félix Pouchet. Against the backdrop of a strongly conservative and religious France, the two Frenchmen entered into a dispute over the Spontaneous Generation. According to this theory, life could arise from inanimate matter. Considered by many to be a materialist theory, it used to be associated with Darwinian evolution and was therefore subject to religious attacks at the time. Pouchet, in favor of the Spontaneous Generation, and Pasteur, against this theory, carried out several experimental procedures and engaged in intense argumentation, publicly disputing a prize offered by the French Academy of Sciences. Despite being an important episode in the History of Science, the scientific controversy carried out by the two characters is usually absent in the didactic context. The naturalist Félix Pouchet is not usually mentioned in textbooks, which usually feature Louis Pasteur as a hero. Pasteur would have been responsible for the “overthrow” of the Spontaneous Generation, which seems, according to usual school narratives, a belief supported by fragile arguments and, therefore, deservedly discarded. This article opposes this panorama by presenting a didactic proposal, based on Brazilian educational legislation, which seeks to offer a more adequate approach to the aforementioned historical episode, while exploring issues related to the Nature of Science in a contextualized manner, invigorating dialogicity in the classroom.

Keywords: *Scientific Controversy; Spontaneous Generation; Nature of Science.*

INTRODUÇÃO

Uma controvérsia científica pode ser definida “como uma disputa conduzida publicamente e mantida persistentemente sobre um assunto de opinião considerado significativo por um número de

cientistas praticantes”.¹ O presente artigo trata de uma controvérsia científica importante na História da Ciência e reflete sobre a possibilidade de transposição desse episódio histórico para o contexto didático.

A expressão “Geração Espontânea” se refere à concepção segundo a qual é possível surgir vida a partir da matéria inanimada. No século XIX, os naturalistas franceses Louis Pasteur (1822-1895) e Félix Archmède Pouchet (1800-1876) se envolveram em uma contenda sobre esse tema (Figura 1). Esse episódio se configura como uma controvérsia científica por três importantes aspectos: persistiu por um período de tempo; seus participantes se empenharam em demonstrar que suas alegações epistêmicas eram bem fundamentadas; foi um evento público, com envolvimento ativo da comunidade científica. Particularmente, trata-se de uma controvérsia do tipo em que: “Duas ou mais teorias são apresentadas para dar explicar os mesmos fenômenos. Quando as teorias em conflito são mutuamente incompatíveis ou irreduzíveis, todo o esforço é feito para eliminar todas exceto uma”.²



Figura 1: Imagens dos naturalistas Pouchet e Pasteur, respectivamente.³

No estudo da controvérsia sobre a Geração Espontânea envolvendo Pasteur e Pouchet podem ser observados fatores epistêmicos (como observação, hipótese, lógica interna etc.) e fatores não-epistêmicos (como traços de personalidade, pressões institucionais, influências políticas etc.). Esse caso é emblemático de situações nas quais a estrutura política das controvérsias pode ser tão importante quanto os elementos cognitivos e epistemológicos.⁴

¹Marehalli G. Narasimhan, “Controversy in Science,” *Journal of Biosciences* 26 (2001): 299.

²Narasimhan, “Controversy in Science”, 300.

³Litografia de Pouchet por Jules-Léon Perricho. <https://www.wikidata.org/wiki/Q3090541> (acessado em 11 de maio de 2021); Retrato de Pasteur por Félix Nadar. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Louis_Pasteur,_foto_av_Paul_Nadar.jpg (acessado em 11 de maio de 2021)

⁴Narasimhan, “Controversy in Science”.

Louis Pasteur nasceu em 1822, em Dole, na França. Era católico convicto e conservador. Apoiava abertamente a monarquia francesa. Em 1840, obteve o título de bacharel em Letras e, em 1842, tornou-se bacharel em ciências matemáticas. Em 1845, Pasteur obteve o diploma de licenciatura em ciências na *École Normale Supérieure de Paris*. Dois anos depois, defendeu sua tese de doutorado na mesma instituição. Seus estudos abarcaram muitos tópicos como a fermentação, a vacina da raiva e o processo que ficaria conhecido como pasteurização. Em 1858, ele ingressou na controvérsia sobre a Geração Espontânea.⁵

Na disputa pública que se arrastou de 1859 a 1864, Pasteur teve como principal rival seu compatriota Félix Pouchet. Nascido em Rouen, em 1800, Pouchet era médico e naturalista com grande experiência em zoologia. Em Rouen, foi diretor do Museu de História Natural e do Jardim de Plantas. Era membro honorário de várias sociedades científicas fora da França e possuía grande destaque na comunidade acadêmica da época. Sua principal obra, publicada em 1859, foi *Hétérogénie* ou Tratado da Geração Espontânea.⁶

Ainda sobre os dois lados envolvidos disputa pública, pode-se apontar um aspecto interessante:

Quando a controvérsia começou, Pasteur tinha 37 anos de idade e Pouchet quase 60. Pasteur tinha acabado de se engajar no estudo de problemas biológicos. Anteriormente a isso seu treinamento, interesse e *expertise* estavam nos campos da cristalografia e da química. Pouchet, por sua vez, ingressou no debate após uma longa carreira em biologia tradicional sendo o seu maior interesse a geração dos animais.⁷

Em janeiro de 1860, a Academia de Ciências francesa propôs um prêmio no valor de 2.500 francos, o Prêmio Alhumbert, para o melhor trabalho sobre a origem da vida. Pasteur foi fortemente motivado por esse prêmio.⁸

A origem da vida, em particular, a Geração Espontânea, vinha sendo debatida intensamente desde o século anterior, quando naturalistas como Lazzaro Spallanzani (1729-1799) e John Needham (1713-1781) já haviam se enfrentado publicamente sobre o tema.⁹ Na segunda metade do século XIX, continuava a

⁵Para informações biográficas de Pasteur, pode-se consultar: Lilian A.-C. P. Martins, "Pasteur e a geração espontânea: uma história equivocada," *Filosofia e História da Biologia* 4 (2009): 65-100; João Augusto de M. G. Matos, "Pasteur: ciência para ajudar a vida," *Química Nova na Escola* 6 (1997): 20-22.

⁶Para informações biográficas de Pouchet e sobre sua influência acadêmica, inclusive entre membros da Academia de Ciências francesa, pode-se consultar: Dominique Raynaud, "La correspondance de F.-A. Pouchet avec les membres de l'Académie des Sciences: une réévaluation du débat sur la génération spontanée," *European Journal of Sociology* 40 2 (1999): 257-276.

⁷Narasimhan, "Controversy in Science", 302.

⁸Martins, "Pasteur e a geração espontânea".

⁹Eduardo C. de Carvalho & Maria Elice B Prestes, "Lazzaro Spallanzani e a geração espontânea: os experimentos e a controvérsia," *Revista da Biologia* 9 (2012): 1-6; Karinna R. Dantas & Juliana M.

inquietar a comunidade científica a questão: “Quando um frasco contendo nutrientes fica bolorento é porque foi contaminado com vida preexistente que se disseminou e multiplicou, ou é porque a vida emerge, subitamente, do meio altamente nutritivo?”¹⁰

Perguntas desse tipo tocavam inclusive os sentimentos políticos e religiosos da época. A França do século XIX era uma sociedade imperialista sob o comando do monarca Louis Bonaparte, o qual havia concedido à Igreja Católica o comando da educação. As questões entendidas como antirreligiosas pela Igreja eram fortemente repreendidas nessa época. A Geração Espontânea, particularmente, era vista como perigosa, considerada uma ideologia materialista. Costumava ser associada à teoria da Evolução darwinista, sendo então sujeita a ataques de cunho religioso. Em uma sociedade religiosa e conservadora, quem considerava que a vida podia surgir da matéria inerte era muitas vezes acusado de ateísmo, sob a alegação de que estaria negando o Deus criador.

Foi nesse contexto que se desenvolveu a controvérsia entre Félix Pouchet, favorável à Geração Espontânea, e Louis Pasteur, contrário a ela. É comum encontrarmos, em livros didáticos e na divulgação científica, a afirmação de que Pasteur “derrotou empiricamente” a Geração Espontânea. O contexto e outro lado da disputa geralmente são apagados, de modo que esse episódio histórico aparece de forma distorcida nessas fontes de informação. O nome de Félix Pouchet não costuma ser mencionado em recursos usuais na Educação Básica.¹¹

Em contraste, a proposta didática apresentada no presente trabalho procura resgatar alguns desses aspectos. Consideramos que tratar da controvérsia histórica envolvendo a Geração Espontânea se adequa a perspectivas previstas na legislação educacional brasileira. Em particular, destacam-se os seguintes trechos contidos na Base Nacional Comum Curricular:

COMPETÊNCIA 2 - Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.¹²

Hidalgo, “Spallanzani, Needham e a controvérsia sobre a Geração Espontânea: uma proposta didática para o Ensino Médio,” *História da Ciência e Ensino: Construindo Interfaces* 23 (2021): 106-130.

¹⁰Harry Collins & Trevor Pinch, *O golem: o que você deveria saber sobre ciência* (São Paulo: Edunesp, 2003), 115-116.

¹¹Na seção seguinte, traremos comentários sobre como esse episódio aparece em alguns livros didáticos atuais.

¹²Brasil, Ministério da Educação, Base Nacional Comum Curricular (Brasília: Secretaria da Educação, 2018): 553.

(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.¹³

Se há respaldo na legislação educacional para a abordagem da controvérsia da Geração Espontânea no século XIX, que detalhes cercam esse episódio? A historiografia da ciência atual registra:

Após alguns meses da publicação do trabalho de Pouchet, Pasteur realizou os seus próprios experimentos, os quais pareciam ser inovadores e brilhantes. Então, parecia que a disputa estava limitada a resultados experimentais e sua interpretação. Contudo, a situação era mais complexa.¹⁴

Quando a História da Ciência é examinada com cuidado, nota-se que a controvérsia envolveu dois lados muito empenhados em defender suas ideias. Explicações e fatos ocorridos na disputa pública sobre a Geração Espontânea são carregados de ambiguidade. Louis Pasteur parece ter tido certa “sorte” e pode ter contado com alguma parcialidade de membros da Academia de Ciências da França. A seção subsequente apresenta uma breve narrativa sobre esse episódio histórico.

1. A CONTROVÉRSIA ENTRE LOUIS PASTEUR E FÉLIX POUCHET ¹⁵

Os experimentos sobre a Geração Espontânea desenvolvidos no século XIX se encaixavam dentro de certo padrão. Basicamente, utilizavam infusões de substâncias orgânicas, como feno, levedura, leite e caldo de carne. Essas infusões eram fervidas a fim de eliminar qualquer forma de vida presente. Após a fervura, os frascos contendo as substâncias eram selados. Quando o ar era reintroduzido no frasco, algumas formas de vida, como, por exemplo, os fungos, se proliferavam, mudando a coloração da infusão. Ficava, então, a pergunta: A vida surgia espontaneamente do meio nutritivo? Ou a vida se desenvolvia a partir do ar reintroduzido que estaria contaminado?

Era preciso ter certeza de que o meio de cultivo era estéril. Havia dúvidas sobre se quando os frascos eram abertos, entrava ar estéril ou também contaminação. Na época, ainda não se tinha domínio de

¹³Ibid., 557.

¹⁴Narasimhan, “Controversy in Science”, 302.

¹⁵Os comentários de cunho histórico apresentados a seguir são baseados nos seguintes trabalhos, os quais recomendamos para leitura de aprofundamento e consulta: Collins & Pinch, *O golem*; José Antonio A.-Díaz, Antonio G. A-Carmona & María del Mar Aragón, “La controversia Pasteur vs. Pouchet sobre la generación espontánea: un recurso para la formación inicial del profesorado en la naturaleza de la ciencia desde un enfoque reflexivo,” *Ciência & Educação* 22 (2016): 913-933; Martins, “Pasteur e a geração espontânea”. Uma interpretação dissonante das anteriores sobre o episódio histórico pode ser notada em Raynaud, “La correspondance de F.-A. Pouchet”. A título de observar o contraditório, sob o ponto de vista historiográfico, pode-se sugerir também essa leitura.

técnicas de esterilização atuais. As técnicas mais comuns usadas eram: fervura, passagem por soda cáustica ou ácido sulfúrico, aquecimento, filtração com uso de algodão, filtração com uso de balões de vidro tipo pescoço de cisne.

Para cada resultado que parecia ser definitivo, outro experimento detectava vida no que deveria ser um frasco estéril. Se um experimento (ou sequência deles) resultava em evidências contrárias à hipótese de que a vida se desenvolvia em ar aparentemente puro, os indivíduos adeptos da Geração Espontânea argumentavam que o resultado era falso: o ar havia sido danificado pelo tratamento realizado. Já os contrários à Geração Espontânea, consideravam que o experimento provava a tese que defendiam.

Por outro lado, se um experimento resultava em evidências favoráveis à hipótese de que a vida se desenvolvia em ar aparentemente puro, eram os adeptos da Geração Espontânea que consideravam que o experimento provava a tese que defendiam. Seus oponentes, em contrapartida, alegavam que o resultado era falso: o ar havia sido contaminado acidentalmente.

O debate entre Louis Pasteur e Félix Pouchet envolvia questões do tipo: “O que acontece com uma infusão de feno esterilizada por ebulição e exposta ao ar?” “O crescimento [da vida] ocorreu porque o ar possui propriedades biogênicas ou por que ele contém pequenas sementes de bolor?”¹⁶

Félix Pouchet investigou experimentalmente o surgimento da vida orgânica (Figura 2). Um de seus procedimentos experimentais consistiu em mergulhar em recipiente com mercúrio uma garrafa com água fervente, fechada hermeticamente e invertida. Quando a água resfriou, Pouchet abriu a garrafa sob o mercúrio e introduziu meio litro de oxigênio e uma pequena quantidade de infusão de feno, pré-aquecida em forno, à temperatura elevada, por período prolongado. Ele presumiu que essas precauções eram suficientes para prevenir a presença de microrganismos na garrafa. Estes, no entanto, apareceram de forma recorrente na infusão de feno após alguns dias.¹⁷

Em carta endereçada a Pasteur, Pouchet descreveu seus experimentos, os quais, segundo ele, corroboravam a Geração Espontânea. Em resposta, Pasteur alegou que ar contaminado, involuntariamente introduzido no experimento, explicava aqueles resultados.¹⁸

¹⁶Collins & Pinch, *O golem*, 121.

¹⁷A.-Díaz, A-Carmona & Aragón, “La controversia Pasteur vs. Pouchet”.

¹⁸Collins & Pinch, *O golem*, 122.

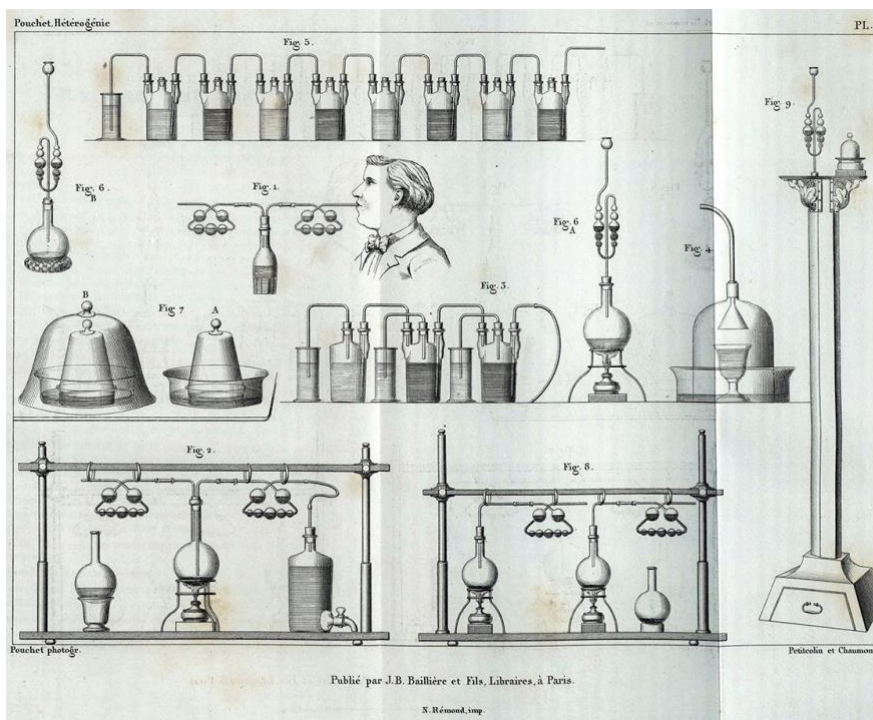


Figura 2: Imagens de experimentos realizados por Pouchet em sua obra *Hétérogénie*.¹⁹

Louis Pasteur repetiu o tipo de experimento com mercúrio realizado por Félix Pouchet, obtendo resultados contrários aos que previa, isto é, bastante favoráveis à hipótese da Geração Espontânea! Obteve sucesso em apenas 10% das amostras no sentido de impedir o aparecimento de vida. Insatisfeito, Pasteur não aceitou seus próprios resultados, justificando que suspeitava de alguma fonte de erro.²⁰

Claramente contrário à Geração Espontânea, Louis Pasteur se recusou a ser influenciado pelos seus próprios resultados quando esses foram desfavoráveis ao ponto de vista que defendia. Resolveu dar sequência às pesquisas utilizando frascos expostos em altitude elevadas, isto é, em condições nas quais o ar era mais rarefeito. Utilizou balões com pescoço de cisne, ferveu infusões de leveduras e selou os balões (ver Figura 3). Transportou os frascos para realizar o mesmo procedimento em diferentes lugares. Utilizou uma torquês no procedimento de quebrar o gargalo dos frascos para deixar o ar entrar e, após isso, selou novamente os balões. Notou que em lugares convencionais todos os frascos ficaram embolorados. Já nos Alpes franceses, de vinte frascos expostos, apenas um ficou embolorado.

¹⁹Félix A. Pouchet, *Hétérogénie: ou, Traité de la génération spontanée, basé sur de nouvelles expériences* (Paris: J. B. Baillière et fils, 1859): planche III. Gallica, BNF.

²⁰Collins & Pinch, *O golem*, 123.



Figura 3: Frasco do tipo pescoço de cisne e microscópio utilizados por Pasteur em suas pesquisas sobre a Geração Espontânea, conservados no *Institut Pasteur*.²¹

A Academia de Ciências da França formou uma comissão para avaliar esses experimentos. Os membros da comissão eram *a priori* contrários à hipótese da Geração Espontânea. E foi essa comissão, cuja imparcialidade podia ser questionada, que avaliou favoravelmente o trabalho de Louis Pasteur.

Félix Pouchet resolveu, então, repetir esses mesmos experimentos nos Pirineus, utilizando uma infusão de feno. Os oito frascos abertos que utilizou ficaram embolorados. O procedimento realizado por Pouchet foi idêntico ao de Pasteur, exceto que: 1) usou uma lima para cerrar a boca do frasco, ao passo que Pasteur havia se valido de uma torquês (que em um só golpe abria o frasco); 2) usou infusões de feno, enquanto Pasteur havia usado infusões de levedura.

Uma segunda comissão foi formada em 1864 na Academia de Ciências. Félix Pouchet e colaboradores haviam aceitado o desafio, dizendo que reconheceriam a derrota caso, em experimentos, um dos frascos permanesse inalterado.²² Ao perceber, no entanto, a inclinação prévia da comissão a favor da Geração Espontânea, e sem sucesso para alterar as condições da disputa, Pouchet desistiu. O debate foi concluído como se os experimentos dos Pirineus nunca houvessem existido.²³

²¹ Coleção de objetos e iconografia científica do Institut Pasteur/Musée Pasteur. Fonte: https://phototheque.pasteur.fr/en/navigation/list/WS/HOME_DROITE/node/1/slug/pasteur-museum/nobc/1

²² Collins & Pinch, *O golem*, 123.

²³ Uma controvérsia científica pode terminar de diversas formas. Uma possibilidade é o encerramento de uma controvérsia, e não exatamente a sua resolução com base em valores epistêmicos padrão. Valores não epistêmicos podem contribuir para a finalização de uma controvérsia. Ver E. McMullin, "Scientific controversy and its termination," in *Scientific controversies: Case studies in the resolution and closure*

Será que os experimentos de Félix Pouchet eram infundados? A lima poderia ter sido o motivo da contaminação das infusões de feno? E se Pouchet tivesse usado uma torquês, tal como Pasteur? Se Pouchet tivesse continuado na disputa, teria ganhado?

Louis Pasteur havia usado infusões de levedura, enquanto Félix Pouchet usara infusões de feno. Em 1876, descobriu-se que as infusões de feno permitem o crescimento de um esporo difícil de se destruir pela fervura, o que poderia explicar os resultados de Pouchet. Essa descoberta, no entanto, foi posterior ao desfecho da controvérsia. Pasteur teve sorte. Tal como os experimentos de Pasteur, os experimentos de Pouchet eram bem conduzidos. Deveriam ter sido avaliados. Pasteur pode ter sido favorecido por comissões que tendiam a se pronunciar contrariamente à Geração Espontânea. Importante ainda frisar o peso das questões políticas e religiosas da época: “Pouchet era retratado como um rebelde e Pasteur era retratado como um forte defensor da igreja ortodoxa e do estado conservador”²⁴.

2. A GERAÇÃO ESPONTÂNEA EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO

Consultamos, a título de exemplificação, quatro obras didáticas aprovadas no Programa Nacional do Livro Didático, edição 2018, para utilização no primeiro ano do Ensino Médio.²⁵ Observamos que o tema Geração Espontânea figura de forma bastante resumida nessas obras. As pesquisas de Louis Pasteur são mencionadas, em maior ou menor extensão. O naturalista Félix Pouchet não é citado em nenhum dos exemplares analisados. Dessa forma, a controvérsia histórica protagonizada pelos dois naturalistas não aparece nesses exemplares.

Uma página da obra didática *Biologia: ensino médio* é intitulada “As experiências de Pasteur” (ênfase nossa). Como o próprio título denota, há uma narrativa apoiada em uma visão individualista da ciência. Associa-se a rejeição da Geração Espontânea unicamente ao nome de Louis Pasteur, excluindo pesquisadores precedentes, como Francesco Redi e Lazzaro Spallanzani, que também haviam estudado a origem da vida e se posicionaram em oposição àquela teoria. Tem-se a impressão de que até a época de Pasteur a aceitação da Geração Espontânea era unânime, uma vez que se afirma:

of disputes in Science and technology, org. H. T. Engelhardt & A. L. Caplan (New York: Cambridge University Press, 2003): 49-92.

²⁴Narasimhan, “Controversy in Science”, 303.

²⁵Conforme mencionamos, a análise do tema Geração Espontânea em quatro livros de Biologia para o Ensino Médio foi realizada estritamente a título de exemplificação. Outras publicações que realizam uma investigação sistemática sobre a presença desse tema em livros didáticos podem ser consultadas: Mara Cristina M. Garcia & Sayonara Martins dos Santos, “A história da ciência e a biogênese: Uma análise dos livros didáticos,” *Revista Tecnê, Episteme y Didaxis* Número Extraordinario (2014): 620-627; Ricardo B. Crudeli & Hélio E. B. Viana, “Pasteur nos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio aprovados no PNLD: uma análise histórica sobre a abordagem da origem da vida e o metabolismo,” *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces* 18 (2018): 23-35.

Na época de Pasteur, o surgimento de microorganismos na matéria orgânica era creditado à geração espontânea. Coube a Pasteur mostrar que as bactérias que decompõem o líquido provêm do ar, não brotando do líquido espontaneamente. Pasteur realizou uma série de experiências, entre as quais o famoso experimento do frasco com “pescoço de cisne”.²⁶

O texto didático traz em seguida uma descrição de experimentos realizados por Pasteur:

Ele colocou vários líquidos em alguns frascos de vidro: suspensão de levedura de cerveja em água, suspensão de levedo em água e açúcar, urina, suco de beterraba. O gargalo dos frascos foi aquecido e puxado até ficar com várias curvaturas. Em seguida, os líquidos foram fervidos durante vários minutos, saindo os vapores pela abertura de cada gargalo. Após esfriar os frascos, os líquidos se mantinham sem mudanças por um tempo indeterminado.

Apesar de os líquidos estarem **em contato com o ar**, Pasteur entendeu que, quando eles são fervidos, o vapor expulsa o ar através do orifício do pescoço do balão. Interrompendo-se o aquecimento, o ar carregado de poeira e microrganismos penetra no frasco. No entanto, com a temperatura interna ainda alta, os germes não sobrevivem. À medida que a temperatura abaixa, o ar continua penetrando, porém com mais lentidão. Assim, a poeira e os germes ficam presos nas curvaturas úmidas do pescoço, que funciona então como um filtro de ar. Dessa forma, Pasteur colocou em evidência que os líquidos nutritivos **não geravam vida**, mas que a vida, isto sim, provinha de fora (destaques nos originais).²⁷

Nos dois trechos transcritos anteriormente, as afirmações do tipo “Coube a Pasteur mostrar” e “Pasteur colocou em evidência que” podem transmitir a impressão de que houve uma *refutação definitiva* da teoria da Geração da Espontânea *a partir de experimentos*, cujos resultados seriam *inequívocos*, tendo sido Pasteur o responsável pela proeza. O tom laudatório dessas passagens é acentuado.

Importa observar que, embora até então essa narrativa didática transmita a impressão de resultados incontestáveis, em seguida a esses trechos, evidencia-se que os resultados de Pasteur foram sim contestados: “Alguns dos opositores de Pasteur alegaram que, por causa da fervura, o líquido havia perdido a capacidade de gerar vida”.²⁸

²⁶César da S. Junior, Sezar Sasson, & Nelson Caldini Júnior, *Biologia: ensino médio* (São Paulo: Saraiva, 2016): 282.

²⁷Ibid.

²⁸Ibid.

O que se pode depreender dessa passagem? Unicamente que Pasteur tinha oponentes que apresentaram uma objeção às suas conclusões. Nada se afirma sobre quem eram esses oponentes, se eram qualificados ou não, se tinham prestígio na época, se também investigavam o assunto e como o faziam. A objeção levantada transparece como mera especulação sabe se lá de quem, não como um argumento justificado, advindo de pesquisas tão criteriosas quanto às do próprio Pasteur, conduzidas por pesquisadores sérios, como Pouchet, que desfrutavam de certo reconhecimento acadêmico.

Em passagem marcada pelo tom empirista-indutivista, a resposta de Pasteur transparece como definitiva e merecidamente vitoriosa:

Pasteur respondeu por meio de uma experiência simples e conclusiva. Vejamos o que ele disse: “depois de um ou vários meses no incubador, o pescoço do frasco foi removido por um golpe dado de tal modo que nada, a não ser as ferramentas, o tocasse, e, depois de 24, 36 ou 48 horas, bolores se tornaram visíveis, exatamente como no frasco aberto, ou como se o frasco tivesse sido inoculado com poeiras de ar”. Pasteur mostrou, dessa forma, que a fervura não havia modificado as propriedades do líquido, que continuava capaz de abrigar vida.²⁹

A heroicidade do personagem Pasteur é manifesta nessa obra didática. Em termos historiográficos, depreende-se uma construção caracteristicamente Whig, que mostra o herói vencedor, Pasteur, de um lado, realizador de experimentos cuidadosos e argumentação precisa e, do outro, seus oponentes, anônimos, vilões, defensores da Geração Espontânea, recorrendo a argumentos que parecem meramente especulativos.

Percebe-se que houve alguma divergência sobre o tema na época, mas não se nota uma controvérsia científica na medida em que não há uma descrição coerente dos opositores em uma disputa pública.

A versão do professor da obra didática *Biologia moderna* de Amabis e Martho traz um discurso a favor da inserção da polêmica científica em torno da Geração Espontânea no contexto escolar. Assim, destaca:

A **polêmica** sobre a origem da vida costuma despertar o interesse dos estudantes e é importante para mudar a concepção dogmática e equivocada sobre a infalibilidade da ciência (ênfase nossa).³⁰

²⁹Ibid.

³⁰José M Amabis & Gilberto R. Martho, *Biologia moderna* (São Paulo: Moderna, 2016): 34.

Esse comentário aparece em seção intitulada “Como surgiu a vida na Terra?”, particularmente no item “A queda da teoria da geração espontânea”. Observa-se, no entanto, que a referência ao tema se reduz apenas a esse discurso. Não há polêmica a ser percebida pelo aluno nessa seção. Apenas um dos lados da disputa pública, o contrário à Geração Espontânea é mostrado!

Na versão proposta para o aluno, a referida seção não contém qualquer menção à controvérsia entre Félix Pouchet e Louis Pasteur sobre a Geração Espontânea no século XIX. Cita de passagem apenas a controvérsia sobre o mesmo tema envolvendo os naturalistas Lazzaro Spallanzani e John Needham no século anterior. O exemplar define o que era a “teoria da geração espontânea, também chamada de teoria da abiogênese”. Em seguida, afirma:

A teoria da abiogênese, entretanto, **não resistiu à expansão do conhecimento científico e aos rigorosos testes** realizados por **cientistas criteriosos** como Redi, Spallanzani e Pasteur, entre outros (ênfase nossa).³¹

No exemplar didático, não há referências ao fato de que a Geração Espontânea *também era apoiada por argumentos empíricos estruturados a partir de testes igualmente “rigorosos” por cientistas igualmente “criteriosos”*. A lacuna transmite a impressão de que a Geração Espontânea era baseada em especulações, sendo, em perspectiva empirista-indutivista, sua “queda” decorrente da evolução natural do conhecimento científico, uma vez que nesse contexto foram realizados os experimentos necessários e adequados para a sua derrubada definitiva.

Seguindo o trecho transcrito anteriormente, o exemplar de Amabis e Martho traz na seção “Pasteur e a derrubada da abiogênese” uma apresentação de experimentos realizados por Louis Pasteur, em resposta ao prêmio proposto pela Academia de Ciências da França. Há referência *apenas aos experimentos de Pasteur e, notadamente, àqueles cujos resultados contrariavam a Geração Espontânea*. Os experimentos nos quais Pasteur obteve resultados favoráveis à referida teoria não são citados. O personagem Pouchet e a controvérsia desenrolada no período são igualmente omitidos. Culminando a narrativa distorcida da História da Ciência, o exemplar afirma que Pasteur “**sepultou definitivamente** a teoria da geração espontânea”³² (ênfase nossa).

O volume 1 da obra didática *Biologia Hoje* traz três páginas dedicadas ao tema Geração Espontânea em capítulo intitulado “Teorias sobre a Origem da Vida”. Logo na abertura desse capítulo, afirma-se: “As larvas, assim como todos os seres vivos, originam-se sempre de outros seres vivos”³³. A seção “Teoria da

³¹Ibid.

³²Ibid., 36.

³³ Sérgio Linhares & Fernando Gewandszajder, *Biologia hoje* (São Paulo: Editora Ática, 2016): 284.

Geração Espontânea e biogênese” é composta em sua totalidade pelo seguinte comentário de cunho histórico:

Parece evidente que um ser vivo vem sempre de outros seres vivos. Basta observar cães, gatos e outros mamíferos nascendo ou aves saindo do ovo. Mas será que todos surgem assim? Da Antiguidade até pelo menos o início do século XVII, **acreditava-se** que pequenos seres vivos, como moscas e girinos (larvas de sapos), podiam nascer da matéria sem vida (bruta). Afinal, ninguém ainda havia observado o desenvolvimento desses animais a partir de ovos. **Pensava-se**, por exemplo, que pequenos vermes surgiam da carne em decomposição. Às vezes observava-se que larvas de moscas apareciam em carne podre, que sapos e outros animais saíam da lama dos pântanos e que lombrigas cresciam no intestino humano. A **ideia** de que a vida pode surgir regularmente da matéria sem vida era conhecida como **teoria da abiogênese** (a = sem; bios = vida; genesis = origem) ou geração espontânea (ênfases nossas).³⁴

Observa-se que o título da seção e a sua afirmação final referem-se à Geração Espontânea como uma “teoria”. Por outro lado, com os termos “acreditava-se”, “pensava-se” e “ideia” tem-se a conotação de que a Geração Espontânea era uma mera crença. Adicionalmente, o comentário transmite ao aluno a impressão de que essa “ideia” estava fadada a perecer tão logo recursos tecnológicos permitissem o avanço de observações. Tem-se que a Geração Espontânea era uma concepção *evidentemente* errônea em casos observáveis (gatos, cachorros etc.) e *somente* permanecia defensável para moscas e girinos, porque “ninguém ainda havia observado”.

Esse destino inexorável parece, no entanto, não ser tão facilmente cumprido. Em passagem subsequente ao extrato citado está implícito que o surgimento do microscópio, como recurso tecnológico, serviu de impulso à Geração Espontânea: “Mas, no século XVII, com a descoberta dos microrganismos, a abiogênese renasceu. Afirmava-se que os microrganismos eram tão simples que poderiam surgir da matéria sem vida”³⁵. Tem-se, portanto, que o avanço das observações não invalidou a defesa da abiogênese, muito pelo contrário.

Nota-se que a obra didática dá maior atenção aos pesquisadores que rejeitavam a Geração Espontânea e defendiam a biogênese: há duas subseções, uma dedicada às investigações de Francesco Redi, outra às de Louis Pasteur. Que experimentos ou que tipo de estudo faziam aqueles que defendiam a Teoria da Geração Espontânea? A obra didática traz poucas informações a respeito. Um breve parágrafo faz referência a um procedimento experimental realizado por John Needham, cujos resultados corroboravam

³⁴Linhares & Gewandsznajder, *Biologia hoje*, 285.

³⁵Ibid.

a Geração Espontânea. O texto registra o questionamento de Lazzaro Spallanzani a Needham sobre a necessidade de aquecer os frascos por mais tempo. A controvérsia é sinalizada em algumas linhas com a referência às críticas ao fechamento dos frascos e ao aquecimento: “os defensores da geração espontânea argumentavam que a fervura prolongada teria destruído um “princípio vital” que existia no caldo de carne e que era necessário para a formação de organismos [...]”³⁶.

Se, por um lado, o texto didático traz alguma menção à controvérsia entre Needham e Spallanzani, o mesmo não aplica à disputa pública entre Pasteur e Pouchet. Uma subseção intitulada “Experimento de Pasteur” traz aspectos das investigações realizadas por esse cientista.³⁷ Destacando a posição contrária à Geração Espontânea, a obra didática indica, por exemplo, que Pasteur rebateu o argumento do “princípio vital” ao demonstrar que a vida surgia após algumas horas em frascos reabertos que haviam sido submetidos a longos períodos de fervura. Não há referência a adversários de Pasteur na época, de modo que o trabalho de Pouchet é completamente ignorado.

O exemplar didático *BIO* de Lopes e Rosso faz referência à Geração Espontânea em seção intitulada “A origem dos seres vivos”. O livro registra que a referida teoria perdurou da Antiguidade até o século XIX, sendo que “uma longa discussão entre diversos pesquisadores ocorreu nesse período”³⁸. Em seguida, apresenta uma ressalva:

[...] ao fazermos a síntese de uma história científica com mais de 2 mil anos de duração, tratando de apenas alguns experimentos e pesquisadores, não pretendemos que você tenha uma ideia equivocada do que ocorreu nesse período, pensando que somente essas pessoas estão envolvidas.³⁹

O texto cita Aristóteles como defensor da Geração Espontânea e finaliza:

De Aristóteles até o fim do século XIX vários estudos foram feitos, mas vamos citar apenas os realizados por Francesco Redi em 1668, John T. Needham em 1745, Lazzaro Spallanzani em 1770 e Pasteur em 1860.⁴⁰

Dentre esses pesquisadores que realizaram “estudos”, quem defendeu a teoria da Geração Espontânea e em que argumentos se baseou? O estudante leitor dispõe de escassa informação no texto didático de Lopes e Rosso. Os experimentos de John Needham são descritos resumidamente. Seus

³⁶Ibid., 286.

³⁷Ibid.

³⁸Sônia Lopes & Sérgio Rosso, *BIO* (São Paulo: Saraiva, 2016): 146.

³⁹Ibid.

⁴⁰Ibid.

resultados são interpretados como instâncias corroborativas da Geração Espontânea. Félix Pouchet não é mencionado.

Após o trecho transcrito anteriormente, o exemplar didático traz ilustração e quatro parágrafos dedicados exclusivamente ao trabalho de Louis Pasteur. Afirma-se que outros pesquisadores se envolveram em “debates calorosos com Pasteur”⁴¹. Quem foram esses outros pesquisadores? O que fizeram? Silêncio, é o que se nota no livro didático.

Assim, a ressalva a qual aludimos anteriormente, embora oportuna, acaba perdendo sentido tendo em vista o conteúdo exposto pelo livro. O aluno acaba sim com “uma ideia [muito] equivocada do que ocorreu”, não porque foram poucos os citados, mas sim porque não é dado espaço equivalente para cada lado da disputa. Onde foi parar Pouchet nessa história?

3. PROPOSTA DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO EPISÓDIO HISTÓRICO

Em meados da década de 1990, o pesquisador Michael Matthews alertava para a aproximação necessária entre a História e a Filosofia da Ciência e o Ensino. Dentre outros argumentos, Matthews apontou que: a História promove uma melhor compreensão dos conceitos científicos, abordagens históricas conectam o desenvolvimento do pensamento individual com o desenvolvimento das ideias científicas, a História é necessária para entender a Natureza da Ciência, a História neutraliza o cientificismo e o dogmatismo que são encontrados frequentemente nos manuais de ensino de ciências e nas aulas.⁴²

A defesa da inserção didática da História e da Filosofia da Ciência avançou nas décadas seguintes, com alegações de que o estudo adequado de episódios históricos permite que se compreenda melhor as interrelações entre ciência, tecnologia e sociedade, de modo que os estudantes podem perceber que a ciência sofre influências e influencia muitos aspectos da sociedade.⁴³

A literatura acadêmica recente vem reforçando essas linhas argumentativas:

⁴¹ Ibid., 149.

⁴² Michael R. Matthews, *Science teaching. The role of History and Philosophy of Science* (New York: Routledge, 1994).

⁴³ Roberto de A. Martins, "Introdução: a história das ciências e seus usos na educação," in *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*, org. Cibelle C. Silva (São Paulo: Livraria da Física, 2006): XIV-XXIX; Elder S. Teixeira, Ileana M. Greca, & Olival Freire Jr, "Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de história e filosofia da ciência no ensino de física," in *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*, org. Luís O. Q. Peduzzi, André F. P. Martins, & Juliana M. H. Ferreira (Natal: EDUFERN, 2012): 9-40; Anderson Vilas Boas, Marcos R. Silva, Marinez M. Passos, & Sérgio M. Arruda, "História da ciência e natureza da ciência: debates e consensos," *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 30 (2013): 287-322; Ivan Gurgel, "Reflexões Político-Curriculares sobre a Importância da História das Ciências no Contexto da Crise da Modernidade," *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 37 (2020): 333-350.

A abordagem histórico-filosófica não pode ser entendida como a solução de todos os problemas da educação científica, mas sua inserção se mostra como um recurso útil de diversas maneiras: incrementa a cultura geral dos alunos; desmistifica o método científico; mostra como o pensamento científico se modifica ao longo do tempo; chama a atenção para a importância das ideias metafísicas e contribui para o entendimento da relação da ciência com a cultura, sociedade e tecnologia.⁴⁴

A história da ciência pode ser utilizada como um excelente recurso pedagógico para ensinar disciplinas de cunho científico, pois com ela é possível tornar as aulas mais desafiadoras e reflexivas, ao passo que ela permite que o aluno compreenda melhor o significado dos conceitos trabalhados em sala de aula. A história da ciência pode contribuir para o entendimento de como o empreendimento científico é humano, pois nele estão inseridos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade, não sendo isento, como geralmente se acredita.⁴⁵

Apesar das crescentes recomendações favoráveis a abordagens histórico-filosóficas, é comum que livros didáticos apresentem teorias científicas de forma dissociada do seu desenvolvimento histórico, o que pode levar o estudante a crer que o conhecimento científico nasce pronto e acabado. Debates e controvérsias entre pensadores, bem como cenários nos quais a ciência se desenvolve costumam ser apagados do contexto educacional. A forma como o livro didático é constituído, colabora para uma percepção distorcida sobre a Natureza da Ciência:

O acesso a uma sucessão de paradigmas que parecem se completar não mostra o que é a ciência e o seu desenvolvimento, tornando invisíveis os problemas, as divergências, a competitividade, o espírito inventivo, as soluções, as rupturas.⁴⁶

Considerando que o professor precisa dispor de alternativas para suprir esse tipo de lacuna observada em livros didáticos, são necessárias iniciativas bem fundamentadas de transposição didática⁴⁷

⁴⁴Felipe Damasio & Luís Orlando Peduzzi, "História e Filosofia da Ciência na Educação Científica: para quê?," *Revista Ensaio* 19 (2017): e2583-11.

⁴⁵Daniel Ortega & Breno A. Moura, "Uma abordagem histórica da reflexão e da refração da luz," *Revista Brasileira de Ensino de Física* 42 (2020): e20190114-5.

⁴⁶Luís O. Peduzzi & Anabel C. Raicik, "Sobre a natureza da ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da ciência," *Investigações em Ensino de Ciências* 25, 2 (2020): 32.

⁴⁷Forato, Martins e Pietrocola apontam que: "Transformar conteúdos da HFC em conteúdos adequados à escola básica requer admitir uma mudança de nicho epistemológico, reconhecer as diferentes funções sociais. Nesse sentido, a contribuição da didática das ciências – particularmente, o enfoque trazido por certos aspectos da transposição didática [de Chevallard], pode auxiliar para se pensar a construção dos conhecimentos de HFC para a escola básica. Nessa perspectiva de adaptação, a transposição didática

da História da Ciência, que contribuam para a alfabetização científica, “entendida como a compreensão dos processos pelos quais os conhecimentos científicos são elaborados e validados”⁴⁸.

Na seção anterior do presente artigo, trouxemos um pequeno retrato de como o tema Geração Espontânea está inserido em livros didáticos de Biologia: em trechos resumidos, carregados de distorções históricas e lacunas, imersos em visões simplistas sobre a Natureza da Ciência. Como evidenciamos, não se percebe que houve uma controvérsia importante em torno dessa teoria científica do passado.

Em contraposição a esse cenário, elaboramos uma sequência didática de três etapas, direcionada ao primeiro ano do Ensino Médio, com duração média prevista de seis aulas, sendo duas aulas contínuas para cada etapa. O objetivo geral dessa proposta de transposição didática da História da Ciência é apresentar a controvérsia científica entre os naturalistas Louis Pasteur e Félix Pouchet acerca da Geração Espontânea e despertar a criticidade dos estudantes sobre o referido episódio histórico. Discussões contextualizadas sobre a Natureza da Ciência são também promovidas.

As etapas previstas para a proposta didática estão apresentadas no Quadro 1.

Etapa 1	<ul style="list-style-type: none"> • Questionamento inicial – conhecimentos prévios sobre a origem da vida. Resposta individual e socialização das respostas. • Estudo do tema “Geração Espontânea” no livro didático. Leitura coletiva. Resposta individual a questões propostas a partir do conteúdo usual notado em materiais didáticos. Socialização das respostas e discussão coletiva.
Etapa 2	<ul style="list-style-type: none"> • Exibição do vídeo “A controvérsia da Geração Espontânea”. • Resposta em grupos a questões propostas a partir do conteúdo do vídeo. Socialização das respostas e discussão coletiva.
Etapa 3	<ul style="list-style-type: none"> • Rodadas de leitura de recortes selecionados a partir do capítulo “Os germes da discórdia: Louis Pasteur e a origem da vida”, do livro <i>O Golem</i>. • Reflexão em grupos sobre questões relacionadas ao episódio histórico. Socialização das respostas e discussão coletiva. • Discussão contextualizada de questões abertas relacionadas à Natureza da Ciência.

Quadro 1 – Etapas da proposta didática

A seguir detalhamos cada uma das etapas da sequência didática.

passa a ser vista sob a óptica de outro campo do saber, o das narrativas históricas, e não mais dos conceitos da matemática, seu berço de origem. O saber sábio passa a ser aquele construído pelo historiador das ciências, mas não apenas. Para tornar o processo mais complexo, têm-se os documentos originais, produzidos pelos cientistas, filósofos naturais e demais pensadores de diferentes épocas, os sujeitos que constroem as ciências”. Ver Thaís C. M. Forato, Roberto A. Martins, & Maurício Pietrocola. “Enfrentando obstáculos na transposição didática da História da Ciência para a sala de aula” in *Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino*, org. Luís O. Q. Peduzzi, André F. P. Martins, & Juliana M. H. Ferreira (Natal: EDUFRN, 2012):123-154.

⁴⁸Ortega & Moura, “Uma abordagem histórica”, e20190114-5.

ETAPA 1 - ESTUDO DO TEMA “GERAÇÃO ESPONTÂNEA” NO LIVRO DIDÁTICO

Previamente ao contato dos estudantes com o tema no livro didático, sugerimos um questionamento para resposta escrita individual, o qual pode trazer à tona conhecimentos prévios sobre a origem da vida: “Você esquece um pão dentro do armário da cozinha e, dias após, percebe uma espécie de bolor na superfície do alimento. Como você explica esse fenômeno? Que fatores o influenciam?”

Em seguida, sugere-se a socialização das respostas. O professor pode registrar em quadro, para apreciação coletiva, as contribuições da turma ao questionamento inicial. Que explicações foram propostas? Mais de uma possibilidade foi apontada? Recomenda-se que o professor realize esses registros apontando à turma a ocorrência de eventuais divergências entre as respostas.

As explicações apresentadas pela turma se alinham ou não a visões científicas atuais? Explicações distintas foram propostas sobre esse fenômeno ao longo da História da Ciência? Não é o momento de responder a esses últimos questionamentos. Pode-se, no entanto, chamar a atenção para eles de modo que introduzam os momentos subsequentes da proposta didática.

Dando prosseguimento, o professor pode orientar a turma para que realize a leitura coletiva do tema “Geração Espontânea” no livro didático ou material apostilado adotado na escola. Um estudante voluntário pode realizar a leitura em voz alta, enquanto os demais acompanham. Como evidenciou a seção 3 do presente trabalho, trata-se de um processo breve, uma vez que costuma haver escassa referência ao tema nas obras didáticas.

Finalizada a leitura, são indicadas algumas questões, inicialmente para resposta individual escrita, seguida de discussão coletiva mediada pelo professor:

- Voltando à sua resposta sobre o bolor no pão, como você a avalia tendo em vista o conteúdo estudado e a visão científica atual, contrária ao surgimento da vida a partir da matéria inanimada?
- O que você entendeu por Geração Espontânea?
- Quais pesquisadores envolvidos na discussão sobre a Geração Espontânea foram citados no livro? Identifique a partir do conteúdo estudado, *quem defendia e quem negava* a Geração Espontânea.
- Que argumentos foram usados *pelos que defendiam* a Geração Espontânea? Em que se basearam? Realizaram experimentos? Em caso afirmativo, como os interpretaram? Foram experimentos cuidadosos? Como argumentaram?
- Que argumentos foram usados *pelos que negavam* a Geração Espontânea? Em que se basearam? Realizaram experimentos? Em caso afirmativo, como os interpretaram? Foram experimentos cuidadosos? Como argumentaram?
- Louis Pasteur costuma ser citado como o cientista que “derrubou” (refutou) a Geração Espontânea realizando experimentos. Seu livro traz essa narrativa sobre Pasteur?

- De acordo com o seu livro, Pasteur teve adversários? Recebeu críticas? Por que seus experimentos foram aceitos pela comunidade científica da época?

Objetiva-se nessa etapa que o estudante responda a algumas das questões propostas, ao mesmo tempo em que perceba dificuldades para responder a outras. Muito provavelmente, com base no conteúdo sobre Geração Espontânea notado no livro didático, os estudantes não terão informações suficientes para identificar quem foram os oponentes à hipótese da Geração Espontânea, em que argumentos se apoiaram e se realizaram ou não experimentos. Críticas a Pasteur, bem como referências aos seus adversários não costumam estar expostas nos materiais didáticos. Por outro lado, é bem provável que os estudantes identifiquem o trabalho experimental cuidadoso realizado por Pasteur como causa inequívoca para que seus resultados fossem aceitos como a refutação definitiva da Geração Espontânea.

Das etapas subsequentes da proposta didática, em contraste, emergem elementos que permitem relativizar as narrativas geralmente distorcidas sobre o episódio histórico encontradas nos livros didáticos, bem como elementos que permitem respostas àquelas questões que os alunos não puderam responder anteriormente. Lacunas são preenchidas, ao mesmo tempo em que se fomenta a reflexão acerca da Natureza da Ciência.

ETAPA 2 - EXIBIÇÃO DO VÍDEO “A CONTROVÉRSIA DA GERAÇÃO ESPONTÂNEA”

Elaboramos o vídeo “A controvérsia da Geração Espontânea”, de cerca de 7 minutos.⁴⁹ O roteiro foi inspirado nos trabalhos de cunho historiográfico, citados na segunda seção do presente trabalho. As cenas se desenvolvem trazendo detalhes do embate público entre Pasteur e Pouchet, ao mesmo tempo em que uma narrativa escrita é apresentada quadro a quadro, em forma de legenda, explicando os acontecimentos visualizados.

Para a elaboração do vídeo, levamos em conta considerações apresentadas por Forato, Pietrocola e Martins a respeito da transposição didática da História da Ciência. Deparamo-nos com desafios citados pelos referidos autores.⁵⁰ Quanto à *seleção do conteúdo histórico*, os recortes históricos foram realizados à luz dos propósitos pedagógicos e epistemológicos almejados, bem como tendo em vista a adequação ao ambiente educacional. No caso, conforme citamos, nossa intenção era resgatar aspectos da controvérsia entre Félix Pouchet e Louis Pasteur sobre a Geração Espontânea, os quais seriam tomados como contextualização para discussões sobre a Natureza da Ciência em etapa subsequente ao uso do vídeo (Figura 4).

⁴⁹Disponível para acesso em <https://www.youtube.com/watch?v=oImluuzhI4M>

⁵⁰Thaís C. de M. Forato, Maurício Pietrocola, & Roberto de A. Martins, “Historiografia e Natureza da Ciência na escola,” *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 28 (2011): 43-49.

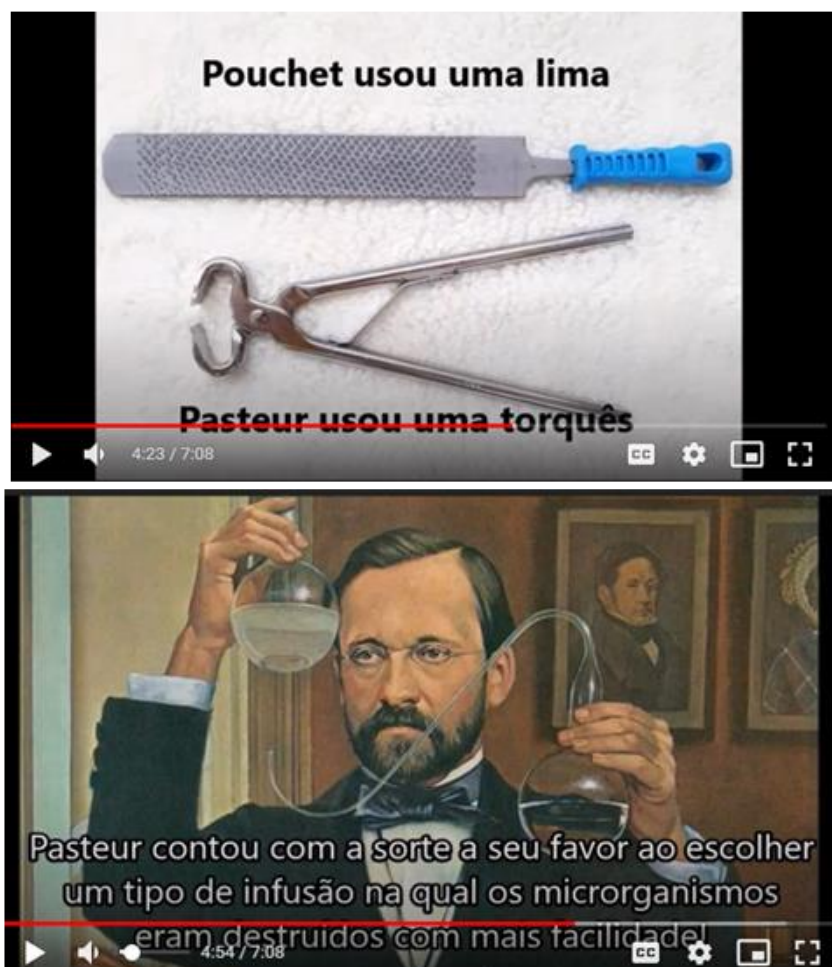


Figura 4: Imagens do vídeo “A controvérsia da Geração Espontânea”.

Levou-se em conta que, geralmente, professores e alunos estão pouco habituados a essas temáticas, de modo que o *nível de aprofundamento dos aspectos históricos e epistemológicos* precisou ser cuidadosamente avaliado. A linguagem foi ajustada ao contexto educacional visado, isto é, ao Ensino Médio.

Considerando limitações no *tempo didático*, buscamos elaborar um vídeo relativamente curto, que pudesse ser apresentado em aula, de modo a suscitar discussões pertinentes e compatíveis com o tempo usual disponível ao professor. *Simplificações e omissões* foram, então, necessárias. No entanto, apesar de curto, o roteiro do vídeo foi elaborado de modo a não comprometer a qualidade da narrativa histórica, tendo em vista as fontes históricas tomadas como base, bem como a fundamentação na historiografia da ciência atual. Procurou-se, ainda, evitar visões de ciência simplistas, como o empirismo-indutivismo. Assim, os experimentos apresentados no vídeo não se constituem na narrativa como momentos cruciais para um eventual desfecho da controvérsia, mas sim com circunstâncias interpretativas nas quais se buscam ajustes entre teoria e realidade.

Sugerimos que o vídeo seja exibido coletivamente à turma, com o objetivo de apresentar aspectos da controvérsia científica acerca da Geração Espontânea envolvendo os naturalistas Félix Pouchet e Louis Pasteur, contribuindo para a percepção dos argumentos, procedimentos experimentais e situações de discordância entre os dois pesquisadores.

Em seguida à exibição do vídeo, pequenos grupos com quatro a cinco componentes podem ser organizados para responderem às seguintes questões:

- Que motivos levaram os dois pesquisadores a discordarem entre si?
- Por que Louis Pasteur decidiu não considerar seus primeiros resultados?
- Descreva os experimentos realizados por Pasteur e por Pouchet. Onde foram realizados?

Que diferenças houve entre os procedimentos?

- Na sua opinião, os experimentos de Félix Pouchet foram cuidadosos? E os experimentos de Louis Pasteur? Explique.

- A Comissão que deu o prêmio a Pasteur era contrária à Geração Espontânea antes mesmo de examinar o caso. Você acha que isso pode ter influenciado a decisão?

- Livros didáticos, ao trazerem o conteúdo sobre Geração Espontânea, não costumam citar Félix Pouchet e o seu trabalho. Em seu livro isso ocorreu? O que você pode notou?

- Que motivos podem ter levado Pouchet a ser “apagado” desse episódio histórico?

Considerando uma turma usual do Ensino Médio com cerca de quarenta estudantes, sugerimos a formação de dez grupos. Finalizado o trabalho nos grupos menores, sugerimos uma discussão coletiva mediada, envolvendo toda a turma, a partir da socialização das respostas.

ETAPA 3: LEITURA DE RECORTES SELECIONADOS A PARTIR DO CAPÍTULO “OS GERMES DA DISCÓRDIA: LOUIS PASTEUR E A ORIGEM DA VIDA”, DO LIVRO *O GOLEM*

Na etapa anterior, os estudantes realizaram a primeira aproximação em relação à controvérsia envolvendo Félix Pouchet e Louis Pasteur sobre a Geração Espontânea. Na presente etapa, pretende-se aprofundar os estudos sobre os experimentos realizados pelos dois naturalistas, a decisão da comissão e os motivos extracientíficos que podem ter levado Pasteur a ganhar aquela disputa.

Para uma dinâmica mais apropriada, sugerimos que sejam retomados os grupos formados na etapa anterior. Em uma primeira rodada de leitura, cada grupo recebe inicialmente um cartão contendo dois trechos selecionados a partir do capítulo “Os germes da discórdia: Louis Pasteur e a origem da vida”, do livro *O Golem*. Após a leitura desses trechos, os grupos recebem mais dois recortes, subsequentemente, até que os dez recortes apresentados a seguir sejam lidos por todos:

Quando um frasco contendo nutrientes fica bolorento, é porque foi contaminado com vida preexistente que se disseminou e multiplicou, ou é porque a vida emerge de dentro do meio nutritivo? Esse era um problema controverso, especialmente na França do século XIX, pois tocava em sentimentos políticos e religiosos da época.⁵¹ (Trecho 1)

No séc. XIX as técnicas para se determinar o que era estéril e o que era vivo estavam sendo estabelecidas...ferver era um meio de esterilização eficiente [...] o que era considerado ar estéril também não estava claro. Os experimentos dessa época foram sugestivos, mas nunca decisivos. Para cada resultado de experimentos negando a geração espontânea aparentemente definitivo, outro detectava bolor.⁵² (Trecho 2)

Um episódio do longo debate entre Pasteur e os que acreditavam na geração espontânea ilustra muitos dos tópicos dessa história [...]. Assim como acontece em todas as controvérsias experimentais semelhantes, os detalhes são cruciais [...]. A discussão entre Pasteur e Pouchet dizia respeito ao que acontece com uma infusão de feno que foi esterilizada por ebulição e exposta ao ar [...] a infusão ficou embolorada [...] o crescimento ocorreu porque o ar contém propriedades biogênicas ou porque ele contém pequenas sementes de bolor? ⁵³ (Trecho 3)

Pouchet acreditava na geração espontânea [...] ele observou que quando as infusões de feno eram preparadas ao mercúrio e expostas ao ar puro, havia crescimento da vida orgânica. Pouchet iniciou um debate com Pasteur escrevendo-lhe uma carta na qual descrevia os resultados desses experimentos. Pasteur respondeu que ele poderia não ter sido cauteloso.⁵⁴ (Trecho 4)

Pasteur estava tão envolvido em sua oposição a geração espontânea, motivado principalmente a ganhar o prêmio oferecido pela Academia Francesa de Ciências, que preferiu acreditar na existência de uma falha em seus experimentos iniciais, favoráveis a geração espontânea [...] recusou-se a ser influenciado por seus resultados [...].⁵⁵ (Trecho 5)

O debate principal começou com os experimentos de Pasteur utilizando frascos expostos ao ar em altitudes elevadas, com a réplica de Pouchet, Pasteur preparou balões com

⁵¹Collins & Pinch, *O golem*, 115-116.

⁵²Ibid.,117-119.

⁵³Ibid.,121.

⁵⁴Ibid.,121-122.

⁵⁵Ibid.,123.

pescoço de cisne aquecendo o vidro. A seguir, ferveu uma infusão de levedura nos balões e, após o ar sair, selou cada pescoço [...]. Ele então, transportou os frascos e quebrou o fino gargalo deixando o ar entrar [...]. Ele quebrava o pescoço de cisne com uma torquês [...]. No final descobriu que os frascos abertos em lugares convencionais ficaram embolorados, enquanto os abertos em lugares altos raramente se alteravam.⁵⁶ (Trecho 6)

Em 1863, Pouchet contestou os resultados dos experimentos de Pasteur nas montanhas. Ele viajou até os Pirineus para repetir os experimentos de Pasteur. Os oito frascos abertos em altitudes elevadas foram alterados, sugerindo que mesmo o ar não contaminado era suficiente para iniciar o processo gerador de vida. Pouchet utilizou uma lima para abrir os frascos em vez de uma torquês.⁵⁷ (Trecho 7)

As disputas científicas do séc. 19 eram resolvidas nomeando-se comissões da Academia Francesa de Ciências, sediada em Paris para decidir as questões. Duas comissões sucessivas analisaram a controvérsia da geração espontânea entre Pasteur e Pouchet. A primeira, formada antes dos experimentos de Pouchet nos Pirineus, ofereceu um prêmio aquele que por meio de experimentos bem conduzidos trouxesse novos esclarecimentos à questão da Geração Espontânea. Por acaso ou não, todos os membros da comissão não simpatizavam com a ideia de Pouchet.⁵⁸ (Trecho 8)

Pouchet retirou-se da competição, deixando que Pasteur recebesse o prêmio por um manuscrito que havia sido escrito em 1861. A segunda comissão foi formada em 1884 em resposta às experiências de Pouchet nos Pirineus. Esses experimentos haviam provocado a indignação dos membros da academia, cuja maioria já considerava a questão resolvida. Pouchet e colaboradores tentaram mudar as condições da prova. Pouchet retirou-se acreditando que não teria uma audiência justa. Por ter desistido duas vezes da competição, a posição de Pouchet era insustentável.⁵⁹ (Trecho 9)

É fácil perceber por que Pouchet desistiu. Também é fácil compreender quão facilmente Pasteur pôde afirmar que os experimentos de seu oponente nos Pirineus foram atrapalhados pelo uso da lima e não da torquês, ao cortar os gargalos dos frascos...Uma diferença entre Pasteur e Pouchet foi o meio nutritivo que cada um escolheu para os experimentos. Pasteur utilizou infusões de levedura e Pouchet infusões de feno. Somente

⁵⁶Ibid., 124.

⁵⁷Ibid., 124-125.

⁵⁸Ibid.,125.

⁵⁹Ibid., 125-126.

em 1876 descobriu-se que as infusões de feno permitem o crescimento de um esporo difícil de destruir pela fervura. Comentadores modernos, então, sugeriram que Pouchet poderia ter se saído bem se persistisse- ainda que pelas razões erradas.⁶⁰ (Trecho 10)

Os trechos anteriores, selecionados a partir do livro *O Golem*, são curtos e de compreensão relativamente fácil. A linguagem é acessível aos estudantes da Educação Básica. Como seus próprios autores afirmam: “Este livro é dirigido ao leitor comum que deseja saber sobre como a ciência funciona [...] também é dirigido aos estudantes de ciência nas escolas [...]”⁶¹. Desse modo, embora possam eventualmente pairar dúvidas entre os estudantes sobre as leituras, acredita-se que essas não comprometam uma apreensão mais geral sobre o episódio. A mediação do professor pode colaborar para dirimir eventuais dúvidas na interpretação dos trechos.

Completada a leitura, questões podem ser apresentadas para reflexão dos grupos:

- Que dificuldade técnica havia na época para avaliar a qualidade dos experimentos? Por que esse aspecto era importante?
- O primeiro trecho lido menciona que o tema da Geração Espontânea despertava sentimentos políticos e religiosos. Por que será que isso ocorria?
- Agora que vocês conhecem detalhes da controvérsia entre Pouchet e Pasteur, o que mais chama a atenção nesse episódio?
- O que vocês acham da atitude de Pasteur? E de Pouchet? Expliquem.
- Na opinião de vocês, alguém deveria ter ganhado essa disputa? Quem? Por quê?
- Que aspectos trazidos pelo vídeo e pelos trechos lidos não aparecem no seu livro didático?

O que vocês notam sobre isso?

- A partir do que foi estudado, o que vocês diriam que caracteriza uma controvérsia científica?
- Os cientistas podem discordar entre si?
- Vocês conhecem alguma outra controvérsia científica atual ou do passado?
- Controvérsias são importantes para a construção do conhecimento científico ou atrapalham esse processo?
- De que modo as controvérsias são resolvidas?

Segue-se uma discussão coletiva, mediada pelo professor, a partir da socialização dos apontamentos dos grupos. A leitura dos recortes selecionados e a discussão mediada dessas questões

⁶⁰Ibid., 127.

⁶¹Ibid., 15.

permite uma visão mais crítica sobre o episódio histórico, bem como sobre a natureza do conhecimento científico.⁶²

Defendemos, particularmente, que a introdução da controvérsia científica sobre a Geração Espontânea no contexto escolar pode ser bastante profícua para potencializar discussões sobre a Natureza da Ciência, uma vez que:

Uma controvérsia recaptura o espírito essencial da ciência no sentido de que faz parte da dinâmica da ciência demonstrar a confiabilidade dos alicerces sobre os quais se baseia o conhecimento.⁶³

Controvérsias científicas são constituintes produtivos do processo de elaboração de conhecimentos. Elas explicitam pressupostos teóricos e metodológicos de seus protagonistas, estimulam a criatividade, ensejam novos experimentos, viabilizam a análise de um mesmo conceito ou experimento sob diferentes perspectivas, possibilitam ver que a relação entre uma teoria/concepção teórica e seus fundamentos experimentais nada tem de trivial.⁶⁴

Como se pode notar, nas últimas questões propostas aos alunos, sugere-se que eles extrapolem a reflexão sobre o episódio histórico. Os alunos são desafiados a refletirem sobre o presente, ensaiando possíveis elos com o contexto que vivenciam. A atuação do professor mediador pode ser fundamental para que esse objetivo seja atingido.

Consideramos que, de modo geral, a proposta didática elaborada avigora a dialogicidade em sala de aula. Busca-se a construção de um saber escolar historicamente contextualizado. Ao longo de toda a sequência didática proposta, sugerimos situações nas quais os alunos se inserem de modo a assumirem uma participação mais ativa na própria aprendizagem. Esse encaminhamento se articula à perspectiva de que a História da Ciência pode tornar as aulas mais desafiadoras e reflexivas.

É importante salientar que não nos dirigimos “ao interlocutor professor a partir de falas autoritárias e prescritivas, indicando como deve ser feito o seu trabalho”⁶⁵. O professor pode fazer uso da proposta didática como subsídio, adaptando-a ao seu próprio contexto de ensino-aprendizagem.

⁶²As questões abertas sobre a temática Natureza da Ciência foram inspiradas no seguinte trabalho: André F. Martins, “Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em ‘temas’ e ‘questões’,” *Caderno Brasileiro de Ensino de Física* 32 (2015): 703–737.

⁶³Narasimhan, “Controversy in Science”, 299.

⁶⁴Peduzzi & Raicik, “Sobre a natureza da ciência”, 43.

⁶⁵Néryla Dias, Alberto Gomes, & Paulo Raboni, “A Pesquisa na Formação de Professores de Física: as produções da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações no período 2012-2017,” *Ciência & Educação* 26 (2020): e20041.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como foco um episódio histórico potencialmente significativo para o ensino de ciências e de biologia, a controvérsia científica entre Louis Pasteur e Félix Pouchet. Esse episódio costuma ser negligenciado no contexto escolar. Em livros didáticos de biologia, a controvérsia entre Pasteur e Pouchet sobre a Geração Espontânea é pouco mencionada. Lacunas levam a uma percepção distorcida sobre o episódio histórico. As pesquisas de Pasteur costumam receber atenção. Seus experimentos geralmente são comentados em narrativas curtas que primam pela heroicidade em torno desse personagem histórico. Em contraste, pouco se fala sobre os experimentos realizados por pesquisadores favoráveis à Geração Espontânea, como Pouchet. Tem-se a impressão de que a Geração Espontânea foi uma crença apoiada por argumentos frágeis e, portanto, facilmente rechaçada.

Ao contrário, foi uma teoria científica importante. E, nesse sentido, a proposta didática elaborada procura trazer ao contexto escolar elementos que permitem ao estudante compreendê-la, perceber os argumentos e esforços experimentais de seus partidários. Partimos do princípio de que importa o contato do estudante também com teorias não mais aceitas:

Uma teoria não deixa de ser científica porque foi descartada; no período de sua vigência ela constituiu um corpo de conhecimento coerente, com poder explicativo e preditivo, que explicitou uma maneira de ver e compreender o mundo físico, os fenômenos naturais.⁶⁶

A proposta didática apresentada se insere na perspectiva de dar voz a indivíduos excluídos da História da Ciência. Pouchet é um dos protagonistas esquecidos em narrativas sobre a Geração Espontânea que chegam à Educação Básica. Buscamos oferecer uma aproximação mais adequada em relação ao episódio histórico da controvérsia científica sobre a Geração Espontânea, bem como explorar questões relacionadas à Natureza da Ciência de forma contextualizada.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Bibliothèque Nationale de France (<https://gallica.bnf.fr>) e ao Institut Pasteur (<https://phototheque.pasteur.fr/en>) pela autorização para reprodução dos itens de acervo.

SOBRE OS AUTORES:

Gessyka Kalen Diniz

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

⁶⁶Peduzzi & Raick, "Sobre a natureza da ciência", 30.

gessykakalen@gmail.com

Juliana M. Hidalgo

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática

Universidade Federal do Rio Grande do Norte

julianahidalgo@fisica.ufrn.br

Artigo recebido em 14 de junho de 2021
Aceito para publicação em 16 de novembro de 2021