

Dossiê Casos Históricos

"A doença dos trabalhadores da estrada de ferro" : uma narrativa histórica e suas potencialidades para explorar aspectos de natureza da ciência

"The railroad worker's disease": a historical narrative and its potentialities to explore nature of science aspects

Nathália Helena Azevedo¹
Thiago Marinho Del Corso²

1. Universidade de São Paulo, doutoranda em Ensino de Ciências. Mestre em Ciências (Ecologia) pela USP e bióloga pela Unifesp.

2. Faculdade SESI de Educação, Professor no curso de licenciatura em Ciências da Natureza. doutorando em Educação pela Faculdade de Educação da USP, licenciado em Ciências Biológicas pela Unicamp, mestre em Ensino de Ciências (USP).

Resumo

A inclusão da natureza da ciência (NdC) nos currículos de ciências passou a ser uma preocupação, uma vez que a NdC pode contribuir para a formação de indivíduos cientificamente alfabetizados. Apresentamos uma narrativa histórica, que contém episódios associados à descrição da doença de Chagas e que permite explorar aspectos de NdC, além de outros conteúdos científicos. A narrativa histórica foi validada pela leitura crítica por pares e pela sua aplicação em vários contextos educacionais, num esforço para torná-la mais clara e coerente, dada a carência de materiais didáticos com abordagem histórica e investigativa para o ensino médio. Os 13 conjuntos de *Questões para pensar* presentes na narrativa histórica marcam pontos para o levantamento de hipóteses, discussão e interação, potencializando uma aprendizagem ativa, via engajamento e aprofundamento da compreensão de conceitos científicos e da ciência de um modo mais amplo. A narrativa histórica é apresentada na íntegra, para uso por professores do ensino médio, com indicações de materiais complementares acessíveis no mesmo número desta publicação. Apresentamos, ainda, uma breve

reflexão sobre as habilidades presentes na Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017) com as quais a narrativa histórica dialoga.

Palavras-chave

doença de Chagas, ensino por investigação, episódio histórico, natureza da ciência, narrativa histórica.

Abstract

The inclusion of the nature of science (NOS) in science curricula has become a concern since NOS can contribute to the formation of scientifically literate individuals. We present a historical narrative, which contains episodes associated with the description of the Chagas' disease and that allows exploring NOS aspects, as well as other scientific contents. The historical narrative was validated by critical peer reading and its application in several educational contexts, in an effort to make it clearer and more coherent given the lack of didactic materials with a historical and investigative approach. The set of 13 "think questions" presented in the historical narrative indicate points for hypothesis elaboration, discussion, and communication, potentiating active learning, through engagement and deepening the understanding of scientific concepts and of the science in a broader way. The historical narrative is fully presented here, for use by high school teachers, with indications of complementary materials accessible in the same issue of this publication. We also show a brief reflection on the skills present in the National Curricular Common Base (Brasil, 2017) with which the historical narrative dialogues.

Keywords

active learning, Chagas' disease, historical inquiry narrative, inquiry learning, nature of science.

Apresentação da narrativa histórica

Contexto teórico

Apresentamos uma narrativa histórica, elaborada para fins didáticos, dentro da perspectiva da alfabetização científica e para ser aplicada com estudantes do ensino médio. A narrativa traz episódios verídicos e ficcionais (como sensações e reflexões de personagens, inseridos com o cuidado de evitar distorções) associados à descrição da doença de Chagas em 1909, após trabalhos de campo em Lassance/MG e nos laboratórios do Instituto Manguinhos (atualmente Instituto Oswaldo Cruz) no Rio de Janeiro/RJ, por Carlos Chagas (1879-1934). A importância do pesquisador brasileiro no contexto científico internacional está associada ao triplo descobrimento envolvendo a protozoose, pois, além de descrever uma nova enfermidade, ele também identificou o agente causador e o transmissor da doença. A descoberta teve forte impacto nacional por expor más condições sanitárias da população das regiões afastadas dos centros urbanos. Seu trabalho exerceu grande influência no movimento sanitário brasileiro surgido em meados de 1916.

A doença de Chagas ainda é considerada uma doença negligenciada segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2012). Ela também é conhecida como tripanossomíase americana e possui de 6 a 7 milhões de pessoas infectadas, concentradas, em grande parte, na América Latina (WHO, 2018). Segundo estimativas de 2010, mais de um milhão de pessoas estavam infectadas com a doença no Brasil (WHO, 2012). Em 2016, as estimativas eram de que entre 1,9 e 4,6 milhões de brasileiros vivam com a forma crônica da doença (RAMOS, 2017), mas há uma concordância de que as estimativas estejam abaixo do número real, sobretudo devido ao contexto sanitário e social dos países latino americanos (RAMOS JUNIOR; CARVALHO, 2009). Infelizmente, doenças associadas a situações de vulnerabilidade social são comuns entre parte considerável da população brasileira (VICTORIA et. al., 2011), o que requer soluções pautadas em um conhecimento integrado sobre os cenários epidemiológicos da doença de Chagas, bem como sobre a sua dinâmica de transmissão.

O ensino da doença de chagas e de vários fatores associados à sua epidemiologia está presente nos currículos escolares, sendo esses temas recorrentes em vestibulares e no Exame Nacional do Ensino Médio. Grande parte da abordagem da doença nesses contextos explora uma visão centrada no controle da transmissão e em uma postura curativa. Há, entretanto, outros fatores que podem ser explorados para uma educação que auxilie na promoção da saúde. Pode ser rico, por exemplo, explorar fatores políticos e econômicos (como os desmatamentos, a ocupação desordenada, as alterações climáticas e as migrações humanas) que também interferem no enfrentamento da doença. Tal perspectiva implica explorar um caráter mais multifatorial e dinâmico da doença de Chagas, contribuindo para superar uma visão unidirecional de disseminação da tripanossomíase americana (GRYNSZPAN, 2017). Essa abordagem é oposta à visão corriqueira da doença de Chagas trazida em materiais didáticos. O que geralmente se observa é um caráter memorístico e com conceitos prontos, com pouco espaço para reflexão, contribuindo para um visão pouco informada sobre a natureza do conhecimento científico.

Durante as investigações em Lassance/MG, Chagas encontrou desafios na interpretação das observações que realizou e dos dados que sistematizou, contando com a colaboração de outros cientistas e, de certo modo, da própria população. Dentro desse contexto, a narrativa que apresentamos permite explorar uma série de aspectos de natureza da ciência (NdC) em sala de aula, contribuindo para a promoção de uma compreensão fundamentada sobre como se constrói o conhecimento científico.

A expressão natureza da ciência (NdC) está atrelada à reflexão de como o conhecimento científico é produzido e validado, o que constitui objeto de investigação sistemática por filósofos da ciência desde o início do século XIX. Contudo, a expressão ganhou contornos próprios, derivados da articulação de várias metaciências mobilizadas por pesquisas em ensino nas últimas décadas (ADÚRIZ-BRAVO, 2005). Tal olhar requer reconhecer que a ciência é uma construção humana e, portanto, social, uma visão que tem sido explorada por filósofos da ciência desde, pelo menos, meados de 1930 e por historiadores, desde 1950. A inclusão da NdC nos parâmetros curriculares

de ciências (por exemplo, na versão da BNCC do Ensino Médio de 2017) tem se tornado uma preocupação em vários países (AZEVEDO; SCARPA, 2017). O objetivo principal de incorporar aspectos da NdC no ensino e aprendizagem de ciências é ajudar a formar indivíduos cientificamente alfabetizados (HODSON, 2014), ou seja, com uma visão ampla e discernimento para lidar com questões cotidianas, para que estejam conscientes tanto de conceitos científicos quanto sobre a produção e a função desses conceitos.

Dentre as abordagens para trabalhar a NdC em sala de aula, o uso de casos históricos pode propiciar a criação de ambientes de discussão, promovendo contextualização de conceitos científicos, engajamento de estudantes e reflexão crítica sobre conceitos equivocados das ciências (CLOUGH, 2011; ALLCHIN et al., 2014). O uso de narrativas históricas tem o potencial de tornar conceitos que estão sendo ensinados mais memoráveis, podendo, ainda, iluminar pontos em particular ou diminuir a distância entre professores e estudantes (KLASSEN, 2009). Segundo Stinner et al. (2003) e Allchin (2013), há várias justificativas para o emprego de narrativas históricas em aulas de ciências, incluindo retratar o contexto sociocultural da ciência e desenvolver habilidades investigativas por meio de uma aprendizagem ativa.

A abordagem histórica com fins de ensino e aprendizagem de conceitos e ideias científicas tem sido apontada como uma estratégia frutífera para promover experiências interativas na sala de aula (STINNER et al., 2003; METZ; KLASSEN, 2007). O uso da história da ciência no ensino de ciências tem sido uma tônica dos debates curriculares do último século (DUARTE, 2004). Klassen (2007), por exemplo, discutiu as potencialidades de uma narrativa baseada na história da instalação do primeiro cabo de comunicação transatlântico entre 1857 e 1866 e o papel de William Thomson (1824-1907), o Lord Kelvin, nessa empreitada. Nesse artigo, Klassen ressalta o apoio teórico e prático que o uso de histórias em aulas de ciências tem recebido nas pesquisas em ensino. Silva e Moura (2008) fizeram uma análise da aceitação e propagação histórica das teorias de Newton (1643-1727), ao longo do século XVIII, em um trabalho que tem implicações para a abordagem do tema por professores de ciências e

física na sala de aula. Berçóit e Prestes (2016) usaram a abordagem discutida por Allchin (2011, 2013) para construção de uma narrativa histórica com fins didáticos sobre Abraham Trembley (1710-1784) e suas contribuições para as reflexões sobre a classificação dos seres vivos. Forato, Pietrocola e Martins (2011) trouxeram importantes reflexões sobre os desafios de empregar a história e a filosofia da ciência na educação científica, pontuando a necessidade de "buscar estratégias factíveis para subsidiar o trabalho dos professores" (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011, p. 54), como a materialização de textos e atividades didáticas que possam ser aplicados na sala de aula.

Além disso, considerando a existência de práticas epistêmicas na ciência, que compreendem "ações socialmente organizadas e interativamente realizadas com os membros de um grupo que propõem, comunicam, avaliam e legitimam a construção do conhecimento" (KELLY; LICONA, 2018), fundamentamos a ideia de que na perspectiva de um caso histórico é possível, ainda, explorar essas práticas por diferentes estratégias didáticas. Isso ocorre por meio do desenvolvimento de habilidades associadas à proposição de questões e investigações, à comunicação, à avaliação e à legitimação do conhecimento. Sob uma abordagem investigativa, estamos requerendo que estudantes sejam sujeitos ativos dentro de suas jornadas individuais e coletivas de aprendizagem, o que se dá pela promoção de situações para que pensem de forma criativa. Sobre isso e considerando a perspectiva do uso de narrativas históricas para a aprendizagem de ciências, Allchin (p. 42, 2014) pontua que "a história se desenvolve a partir da perspectiva da ciência em formação e, nesse aspecto, a história tem grande afinidade com uma aprendizagem pautada na investigação" (tradução nossa).

Considerando, ainda, a visão atual de que o ensino e a aprendizagem adequados de NdC precisam ir além da contextualização histórica e promover, sobretudo, reflexões explícitas sobre os aspectos de NdC (BELL et al., 2011; RUDGE; HOWE, 2009), ao longo da narrativa histórica há 13 "questões para pensar" (adaptação das Think questions, conforme proposto por Allchin, 2013). Essas questões marcam pontos de parada considerados importantes para o levantamento de hipóteses, a discussão

3.

A expressão "conhecimento local" é trazida aqui no sentido de um conhecimento não sistematizado de uma determinada região, que pertence a alguns indivíduos, mas não é, necessariamente, cultural. Destacamos que há uma diferença entre tal expressão (usada por nós de forma mais livre) e expressões mais consagradas, como "conhecimento de comunidades tradicionais" ou "conhecimento nativo" ou "indígena". Segundo autores como Ogawa (1995), Waren et al. (1995) e George (1992, 1999), o "conhecimento nativo" está atrelado a uma percepção racional de uma dada comunidade e depende de uma cultura, sendo que esse conhecimento é diferente daquele gerado em centros de produção de conhecimento formais, como universidades. Em alguns pontos-chave da narrativa histórica apresentada ficará claro que, durante seus trabalhos em Lassance/MG, Carlos Chagas contou com a contribuição da população local, que o informou que era comum a presença de um tipo particular de inseto nas moradias de pau a pique da região. Entretanto, segundo os registros históricos que embasaram a construção da narrativa, a informação não deriva de um conhecimento nativo da forma que é apresentado pelos autores citados, eis o motivo de fazermos tal diferenciação.

4.

A ideia de serendipidade na ciência está associada a descobertas inesperadas, ao acaso, sobretudo quando não são o foco de uma investigação. O conceito tem registros históricos no conto italiano de Michele Tramezzino, publicado em Veneza em 1557 sob o título *Peregrinaggio di tre giovani figliuoli del re di Serendippo*, e posteriormente em língua inglesa por Horace Walpole (1754). No conto, baseado na vida de um rei persa, três príncipes fizeram descobertas inesperadas quando não buscavam seus resultados. É válido ponderar que o conceito é permeado pela ideia de que os seus autores possuem considerável sagacidade e capacidade de observação e análise para interpretar os eventos que confrontam. Na história da ciência, Alexander Fleming, Galvani

e a comunicação, possibilitando engajamento e aprofundamentos. Rudge e Howe (2009) e Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich (2009), afirmam que nessas pausas é possível promover reflexões explícitas e reflexivas sobre a NdC, motivadas pela proposição de soluções aos problemas apresentados. As "questões para pensar" (ALLCHIN, 2013) são abertas e permitem diferentes possibilidades de resposta, estimulando a criatividade e favorecendo a participação dos estudantes e, em contrapartida, demandando habilidade do professor mediador para escutar, considerar e dar continuidade à narrativa. As questões desempenham um papel central dentro de uma perspectiva ativa de ensino e de aprendizagem (GIL-PÉREZ et al., 2002). Assim, por meio das questões presentes na narrativa é possível repensar questões e visões históricas e explorar conceitos científicos que permeiam a narrativa, permitindo explorar aspectos de NdC de forma contextualizada favorecendo a metacognição.

Dentre os aspectos de NdC incluídos na narrativa histórica, aqui desenvolvida e apresentada, que podem ser explorados durante a aplicação em sala de aula, destacam-se: (i) o papel de fatores econômicos e políticos no trabalho de cientistas; (ii) o papel de motivações e habilidades pessoais; (iii) o papel da analogia entre uma nova doença e outras descritas anteriormente; (iv) o papel do conhecimento local³ em contraposição com a investigação sistemática; (v) o papel do acaso ou da serendipidade⁴ no trabalho científico; (vi) o papel da interação entre cientistas para validar um conhecimento em contraposição com conflitos de personalidade; (vii) o papel da complementação entre estudos laboratoriais e estudos de campo; (viii) a lacuna entre o conhecimento médico/científico e as ações de saúde pública; (ix) a importância de ter acesso às informações científicas e de estar atualizado sobre o conhecimento científico vigente; e (x) o papel da resiliência/persistência na investigação científica. Para García-Carmona e Acevedo-Díaz (2018), as poucas propostas didáticas que visam explorar aspectos de NdC costumam explorar apenas aspectos epistêmicos. A presente narrativa histórica, entretanto, vem ajudar a preencher essa lacuna, trazendo fatores como o papel da influência e do contexto político, histórico, econômico e social na/da ciência, por exemplo.

e Tesla, por exemplo, fizeram contribuições em suas áreas que podem ser consideradas frutos da serendipidade. Mais informações sobre a ideia de serendipidade podem ser encontradas em: (a) BOSENMAN, MF. Serendipity and Scientific Discovery. *The Journal of Creative Behavior*. 1988, v(22) n(2):132-138. (b) Serendipidade: acaso feliz. Disponível em: <http://saberciencia.tecnico.ulisboa.pt/artigos/serendipidade.php> Acesso em: 3 dez 18. (c) ANDRÉ P, SCHRAEFEL MC, TEEVAN J, DUMAIS ST. Discovery is never by chance. *Proceeding of the Seventh ACM Conference on Creativity and Cognition*. 2008.

Quanto aos objetos de aprendizagem, a narrativa histórica permite trabalhar conteúdos conceituais como: (i) o que são protozoários (explorando seus ciclos de vida, classificação e outros aspectos); (ii) a capacidade dos protozoários em provocar doenças, com destaque para a malária e a doença de Chagas; (iii) características de doenças endêmicas e infecciosas; (iv) diferenças entre vetores e agentes causadores de doenças; (v) caracterização do parasitismo; (vi) diferenças entre hospedeiros intermediários e definitivos; e (viii) características gerais de insetos (como percevejos e mosquitos) e suas estratégias ecológicas. A indicação dos pontos da narrativa em que esses conteúdos conceituais biológicos são mobilizados pode ser consultada no material complementar deste artigo.

Ao contemplar aspectos de NdC, conceitos biológicos (portanto científicos) e algumas implicações e aplicações desses conhecimentos, a narrativa histórica permite fomentar ambientes de ensino e aprendizagem que contemplam os diferentes eixos da alfabetização científica, conforme organizado na revisão de Sasseron e Carvalho (2011). Dessa forma, entendemos que a narrativa histórica poderá contribuir para o desenvolvimento da capacidade de organizar logicamente novas ideias, bem como construir uma consciência mais crítica dos temas abordados, permitindo estabelecer novas conexões com o mundo que cerca os estudantes. Mais informações sobre conteúdos e objetivos de aprendizagem, bem como sobre os aspectos de NdC, podem ser encontrados no material complementar deste artigo.

Construção e validação da narrativa histórica

A narrativa histórica foi construída com base nas orientações fornecidas por Douglas Allchin, durante uma disciplina de ensino de NdC, oferecida no Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, em 2015. Alguns dos pressupostos de criação e condução de narrativas históricas com fins didáticos, bem como sobre o uso da história da ciência no ensino, apresentados por Allchin são também apresentados por Stinner et al. (2003). Assim, os princípios que embasam tal perspectiva podem ser consultados em Stinner et al. (2003) e Allchin

(2013; 2012). A narrativa histórica procura fornecer situações e informações para que estudantes reflitam sobre problemas historicamente significativos, com dados originais e considerando o contexto econômico e social da época apresentada (início do século XX). Para não antecipar as soluções encontradas, adotou-se o recurso de suprimir o sobrenome do pesquisador protagonista da narrativa, que foi, então, referido apenas pelo primeiro nome, Carlos.

O produto apresentado na próxima seção é resultado de leituras críticas de pares e de releituras críticas dos autores com base em oito aplicações (Quadro 1) que forneceram elementos para que a narrativa histórica fosse ajustada continuamente. A narrativa foi utilizada em diferentes contextos educacionais, num esforço de torná-la mais clara e coerente para estudantes e professores do ensino médio, sobretudo devido à sua abordagem ainda pouco comum em aulas de ciências. As aplicações apoiaram-se no uso de materiais impressos para estudantes (com as *Questões para pensar* e os quadros e as tabelas usados ao longo da narrativa histórica, apresentados mais adiante) e na apresentação de imagens (disponíveis no material complementar) e esquemas projetados com uso de data show. Como processo de validação, a narrativa histórica original foi reelaborada após cada aplicação, consolidando um processo de reflexão e de avaliações consecutivas visando o seu aprimoramento. Tal processo é indicado na estruturação e criação de sequências didáticas (MÉHEUT; PSILLOS, 2004), que podem ser entendidas como um conjunto de atividades organizadas e articuladas em torno de um problema central e que possuem uma sistematização (GIORDAN, GUIMARÃES; MASSI, 2012). A presente narrativa histórica pode ser classificada como uma sequência didática e sua validação implicou no aprimoramento deste instrumento de ensino, partindo-se do pressuposto de que ele é capaz de auxiliar a alcançar determinados objetivos de ensino e de aprendizagem.

Quadro 1. Contextos das aplicações para validação da narrativa histórica "A doença dos trabalhadores da estrada de ferro"

Público alvo	Faixa etária estimada	Nº de estudantes	Época da aplicação
Estudantes de EJA de um cursinho comunitário	23 a 58 anos	14	Outubro de 2016
Estudantes do 1º EM de uma escola particular do interior de São Paulo	14 a 16 anos	26	Novembro de 2016
Estudantes do 1º EM de uma escola particular de São Paulo	14 a 16 anos	29	Junho de 2017
Estudantes do 1º EM de uma escola particular de São Paulo (recém advindos da escola pública)	14 a 16 anos	25	Dezembro de 2016
Estudantes do 1º EM de uma escola particular de São Paulo	14 a 16 anos	20	Dezembro de 2017
Estudantes do 2º semestre de Licenciatura em Ciências da Natureza de uma universidade particular	17 a 41	22	Setembro de 2017
Professores de ciências e biologia em formação continuada, em um curso de extensão ministrado durante a USP Escola	26 a 54	23	Janeiro de 2017
Pós-graduandos em uma disciplina sobre Ensino de Ciências por Investigação e Natureza da Ciência, oferecida pela Universidade de São Paulo	25 a 40	9	Novembro de 2018

Considerações para a aplicação da narrativa histórica

Algumas das imagens que apoiam a aplicação da narrativa histórica podem ser acessadas e baixadas para o uso em sala de aula no material complementar deste artigo. No mesmo material também disponibilizamos comentários de apoio ao professor sobre cada uma das 13 "questões para pensar". A narrativa apresentada não deve ser entregue aos estudantes, mas compor a fala do professor, que deverá assumir uma postura de narrador dessa história, apoiando-se nas imagens históricas (que podem ser projetadas durante a aula) e nos comentários apresentados no material complementar. Para tanto, indicamos a leitura prévia da narrativa e dos materiais complementares na íntegra, a fim de permitir uma familiarização com a história e aprimorar as aulas com outros recursos que achar interessantes (como músicas e produtos da época ou trechos de filmes, por exemplo). Obviamente, a narrativa não precisa ser memorizada e o professor pode apoiar-se no texto, sempre que achar necessário.

As *Questões para pensar* marcam pontos de parada. Logo, o professor deve fornecer um tempo para que os estudantes debruçam-se nas reflexões propostas. A decisão sobre quanto tempo será destinado para cada parada cabe ao professor. É importante, porém, pedir para que a turma explicithe suas ideias durante a discussão das questões para só depois prosseguir com a narrativa. Para ajudar nessa dinâmica, o material complementar traz um esquema visual da narrativa, a ser usado como um mapa geral antes e durante a aplicação. Os quadros, as tabelas e as "questões para pensar" podem ser projetados ou entregues para pequenos grupos de estudantes na forma impressa, conforme a narrativa vai sendo contada pelo professor e seguindo os pontos indicados, com o cuidado de evitar antecipações (*ou spoilers*).

As aplicações realizadas por nós indicaram que a narrativa pode ser explorada em um tempo de 4 a 5 aulas (de 50 minutos a 1 hora), a depender da participação e engajamento da turma. Apesar dessas considerações, e de outras que trazemos com mais detalhes no material complementar, destacamos que, por ser esse um material instrucional, outras adaptações devem ser feitas a depender do contexto de ensino e aprendizagem em que ele será utilizado.

5. Trazemos uma possibilidade de divisão da narrativa em pequenos capítulos, a fim de servir como um guia auxiliar para a aplicação. Os títulos dos cinco capítulos não precisam ser lidos para a turma, inclusive porque eles contêm spoilers. Assim como o restante do material, fazemos a ressalva de que os pontos sugeridos de cortes da narrativa podem e devem ser adaptados ao contexto escolar.

Por fim, ponderamos que, por apresentarmos, na próxima seção, um material para ser aplicado em sala de aula, foi usada uma linguagem mais solta e sem citações (diferenciando-se do que seria esperado de um trabalho acadêmico). A seção de referências bibliográficas apresenta as fontes primárias e secundárias que foram consultadas para a elaboração do texto da narrativa histórica.

A narrativa histórica: A doença dos trabalhadores da estrada de ferro

Prólogo⁵

Estamos logo após a virada do século XX e a economia brasileira está crescendo. Rodrigues Alves foi eleito presidente em 1902, com um programa de renovação que visava à ascensão do Brasil (Figuras 1 e 2). Os investimentos em modernização levaram à construção de uma capital nos moldes da *Belle Époque* (Figuras 3 e 4). As construções de estradas de ferro estavam a todo vapor, compondo o projeto de promover uma expansão territorial e econômica do Brasil interior a dentro (Figuras 5 e 6). Os investimentos em modernização abrangeram o chamado Movimento Sanitarista da Primeira República, que foi um marco no processo de construção do Estado-Nação brasileiro, que culminou na Revolta da Vacina (Figuras 7 a 9).

A extração de látex e o número de fazendas estavam aumentando e as ferrovias estavam sendo construídas para unir o interior do país aos portos para exportação. Mas, as condições dos trabalhadores estava longe de ser a ideal (Figuras 10 a 12). Em 1907, construía-se o prolongamento da Estrada de Ferro Central do Brasil. Porém, o ambicioso projeto, quando estava no centro-norte de Minas Gerais, próximo da cidade de Lassance, teve que ser interrompido (Figuras 13 e 14). O engenheiro-chefe da obra, Cornélio Homem Cantarino Motta (1869-1959), deparou-se com inúmeras dificuldades, devido a casos de malária que estavam devastando a saúde dos operários. E esta não foi a primeira vez que os trabalhadores adoeceram devido à expansão econômica. Alguns anos antes os trabalhadores que construíam a usina hidroelétrica de Itatinga (Bertioga, São Paulo) haviam sido infectados por malária (Figura 15).

6. Curvelo e Contria são dois municípios de Minas Gerais, distantes entre si em cerca de 67 km.

7. Pirapora é um município de Minas Gerais.

8. Aarão Leal de Carvalho Reis (1853-1936) foi um engenheiro urbanista e professor universitário, formado na Escola Politécnica do Rio de Janeiro, que teve importante papel técnico e político em várias obras expansionistas do período, incluindo a construção de Belo Horizonte (GOMES; LIMA, 1999).

Vamos observar o que diz a carta de um leitor não identificado e publicada no jornal *Correio da Manhã* (trecho editado para leitura em aula) (Figura 16):

Defensor como sois do digno pessoal da Estrada de Ferro Central do Brasil, (...) rogo que mostrais os sofrimentos atrozes por que devem passar os dignos empregados que são escalados para ter exercício de Curvelo a Contria⁶. Não podeis calcular! É um horror, uma verdadeira calamidade! Quem vos escreve estas linhas já pertenceu por muitos anos a esta agremiação de bravos servidores do Estado, estes fiéis executores do dever. (...) fiquei horrorizado com o que observei de Pirapora⁷ a Curvelo e desisti, como desisto, de não mais cruzar os meus pés por aquelas paragens, por onde, creio, como se diz vulgarmente, Nosso Senhor Jesus Cristo não passou, nem ao menos de longe. A vida para o empregado da estrada é um martírio, um sofrimento horróroso, onde falta tudo, os primeiros gêneros de necessidade! (...) A alguns quilômetros distante de Contria, constrói-se, atualmente, uma ponte sobre o rio Bicudo, mas a estrada já vai lutando com sérias dificuldades para arranjar pessoal que queira trabalhar no sertão, pois é sabido que as febres têm devastado muita gente! (...) Para estas vítimas do dever, como já foi em tempos idos, o signatário destas despreziosas linhas, eu vos peço, ilustre redator, os vossos valiosos ofícios junto ao eminente diretor da estrada, dr. Aarão Reis⁸, para que sua senhoria, estudando a questão, promova as providências que o caso exige, dando aos seus subordinados meios de suportar com verdadeira abnegação os deveres que lhes são inerentes nos espinhosos cargos que exercem naquelas regiões sertanejas, verdadeiros cemitérios da vida. Fiado pois, na benevolência que sempre destes mostra, em prol dos empregados da Central do Brasil e como um dos seus veteranos servidores, espero e conto com a vossa gentileza, dando publicidade a esta missiva, filha tão somente da justiça e do direito. (DE PAULA, 2015).

Respondendo aos apelos de Cornélio Homem Cantarino Motta (engenheiro chefe da construção do prolongamento da Estrada de Ferro Central do Brasil), e talvez influenciado pela carta anônima, o Instituto Manguinhos (localizado no Rio de Janeiro/RJ) foi contatado (Figuras

9. Medicamento naturalmente amargo, extraído da árvore quinina (*Cinchona officinalis*). Possui funções analgésicas, antitérmicas e antimaláricas (BOULOS et al. 1997), podendo ser usado para arritmias cardíacas.

17 e 18) e o diretor dele, Oswaldo Cruz (1872–1917), envia para Lassance (Figura 19) os médicos Belisário Penna (1868–1939) e Carlos (Figura 20). Enviar Carlos para a região foi uma escolha natural, já que Carlos tinha recebido seu diploma em medicina em 1903, com um trabalho final de curso sobre a malária e, em 1905, havia iniciado suas pesquisas sobre a malária e como evitá-la (Figuras 21 e 22). Ele encontrou novas maneiras pelas quais a doença podia ser transmitida, incluindo novos vetores. Essas pesquisas geraram vários artigos científicos publicados em revistas especializadas da época. Oswaldo Cruz o selecionara mais cedo para lidar com o problema emergente em Itatinga/SP, o que viera a tornar-se a primeira campanha contra a malária no Brasil. Agora, Carlos teria a oportunidade de aplicar sua experiência na região de Lassance (Figura 23). Carlos era um especialista em Malária e por isso conhecia bem o ciclo de vida do causador da doença (Figura 24).

Os médicos estabeleceram suas atividades num vagão de trem que se movia ao longo da rodovia e servia de consultório, laboratório e residência (Figuras 25 a 27). Nesse período, Carlos e Belisário encontraram a maior parte dos trabalhadores infectados, muitos deles com sintomas graves.

A campanha contra a malária consistia, principalmente, em dar quinina⁹ para as pessoas para prevenir e tratar a doença (Figura 28). Além disso, os trabalhadores eram protegidos contra o mosquito transmissor da malária utilizando telas nas portas e janelas e mosquiteiros nas camas. Carlos defendia que o combate ao vetor deveria ser feito não apenas pela destruição das larvas na água parada (como era mais usual na época), mas, também, pelo ataque ao inseto em sua forma alada, no interior das habitações, usando produtos inseticidas (Figuras 29 a 31).

Capítulo 1. Uma nova doença

[Questões para pensar 1] Por que Carlos e Belisário foram enviados para Lassance? O que motivou o envio de uma equipe médica para lá? Considerando os sintomas da população de Lassance, apresentados no Quadro 2, pode-se dizer que eles são uma variação local da malária ou são uma outra doença? Que critérios Carlos poderia usar para decidir se essa é a mesma doença ou se é uma doença diferente? Como ele poderia ter certeza?

Quadro 2. Sintomas encontrados na população doente de Lassance/MG

Sintomas conhecidos da malária

1. picada simples: mosquito *Anopheles sp.*, sintomas surgem após 8 a 25 dias
2. febre alta, calafrios intensos que se alternam com ondas de calor e sudorese abundante (estes sintomas aparecem e desaparecem a cada 2 ou 3 dias)
3. dor de cabeça e no corpo
4. perda de apetite
5. anemia (hemolítica) com pele amarelada (ictírcia) e cansaço
6. aumento do fígado e do baço
7. vômitos
8. encefalite com lesões na retina (branqueamento da retina) (sinal clínico auxiliar para distinguir a malária de outras causas de febre)
9. pode levar à morte

Sintomas observados em Lassance/MG

1. picada: chagoma de inoculação (quando próximo aos olhos chamada de sinal de Romanã, (edema unilateral da órbita ocular) (Figura 32)
2. fase aguda: se houver o desenvolvimento de sintomas durante a fase aguda, eles geralmente desaparecem espontaneamente dentro de 3 a 8 semanas
3. febre baixa (após alguns dias desaparece)
4. dor de cabeça e no corpo (mais fracas)
5. perda de apetite (mais fracas)
6. exantema (manchas vermelhas)
7. aumento do fígado e do baço
8. vômitos
9. meningite e encefalite são complicações graves e raras da doença
10. gânglios aumentados
11. edema (inchaços)
12. dificilmente leva à morte

Carlos acreditava que os sintomas encontrados na população doente de Lassance eram suficientemente diferentes dos da malária e considerou que os doentes de Lassance tinham uma outra doença. Sobre isso, ele escreveu o seguinte:

(...) o que primeiro impressionou nossa atenção foi a existência de um conjunto de sintomas frequentes e uniformes, mais salientes nas crianças, sintomas que, desde logo se impunham a nosso raciocínio clínico como expressivos de entidade mórbida autônoma. (Texto de Carlos, 1909, adaptado para o português atual)

As pessoas acometidas pela possível nova doença apresentavam, na fase crônica e de acordo com Carlos e outros médicos como Miguel Pereira (1871-1918), que atuava no norte de Goiás, sintomas que incluíam desordens neurológicas, cardiológicas e endocrinológicas, com complicações particulares na tireoide (Quadro 3).

Quadro 3. Sintomas crônicos apresentados pelas pessoas portadoras da possível nova doença

Sintomas crônicos da possível nova doença

1. constipação intestinal (a doença de Carlos destrói os nervos que controlam esôfago e intestino grosso, causando dilatação e perda de peristaltismo)
2. refluxo gástrico (mesmo mecanismo)
3. dilatação cardíaca
4. insuficiência cardíaca
5. edema
6. fraqueza/cansaço
7. falta de ar
8. pulso lento
9. morte súbita por arritmia

10.

A palavra "prático" é trazida aqui sem qualquer conotação pejorativa. Também não estamos usando-a no sentido epistemológico, mas sobretudo para ajudar a fomentar a discussão sobre quais as características que diferem o conhecimento científico dos demais tipos de conhecimento.

[Questões para pensar 2] Quais informações você considera necessárias para caracterizar os sintomas (sintetizados no Quadro 3) como uma nova doença? Apenas os sintomas seriam suficientes para um diagnóstico seguro? Por quê? Com base nas suas respostas, qual seria o papel de comparar uma possível doença nova com outras doenças descritas anteriormente?

Capítulo 2. De insetos e homens

Foi durante uma viagem a Pirapora/MG, em um acampamento de engenheiros encarregados do estudo da linha da estrada de ferro, que, num final de tarde, o engenheiro Cornélio (Figuras 33 a 35), que vivia na região desde 1902 e já estava mais familiarizado com ela, contou para Carlos que havia um percevejo hematófago silvestre que picava o rosto das pessoas. O engenheiro, inclusive, relatou que havia uma certa coincidência entre as pessoas doentes e a presença do percevejo nas casas. Até então, Carlos ainda não tinha ouvido sobre o inseto, nem visto exemplares dele.

Em uma entrevista para a revista Singra, em 1954, Cornélio disse que estavam ele, outros engenheiros, Carlos, Belisário Penna e outro médico, quando assim disse para Carlos: "Já que os senhores estão aqui, por que não estudam um inseto que o povo diz sugar sangue do rosto das pessoas e que talvez seja a causa de muitas moléstias da gente dessa região?". Relata, ainda, o engenheiro que: "Passado um tempo, todos continuaram a palear animadamente sobre outros assuntos, mas Carlos calou-se e ficou pensativo".

[Questões para pensar 3] Se você quisesse verificar se a informação de Cornélio é verdadeira, o que faria? Você acha que o conhecimento local e prático¹⁰ é diferente do conhecimento científico? Por quê?

Carlos decidiu ir em busca do tal percevejo e, em uma campanha junto com Belisário a Pirapora/MG, coletou diversos exemplares do inseto. Ele ocupou-se de observações detalhadas sobre o hábito do percevejo (Figura 36), pertencente à família *Reduviidae* e à subfamília *Triatominae* de insetos hematófagos. Em seus registros,

ele escreveu: "o inseto pica à noite, esconde-se em frestas, é abundante em casas não rebocadas e cobertas de capim onde se reproduz livremente, não gosta de luz e, na ausência do homem nas habitações, ele desaparece".

Assim, com as observações que fez sobre os hábitos do percevejo, Carlos acreditava que o inseto não fosse silvestre como muitas pessoas na região afirmavam, mas vivia nas precárias casas dos moradores da região (Figura 37 a 39). Ao dedicar-se ao estudo de doenças tropicais, Carlos sabia que os insetos também podem atuar na transmissão de patologias. Em 1881, o cubano Carlos Juan Finlay (1833–1915) havia identificado o mosquito transmissor da febre amarela (Figura 40). A própria malária, doença estudada detalhadamente por Carlos no final da sua graduação, também é transmitida por um inseto.

[Questões para pensar 4] É possível verificar a relação da doença que Carlos foi investigar com o inseto que Cornélio mostrou? Como você faria isso?

Capítulo 3. Protozoários e doenças

Sabendo da possibilidade de transmissão de doenças por insetos, ele achou que o percevejo pudesse estar relacionado ao contágio da doença desconhecida de Lassance (Figuras 41 e 42). Por isso, decidiu inspecionar o intestino do inseto, na tentativa de encontrar alguma evidência que confirmasse sua suspeita. Ao investigar vários exemplares, Carlos encontrou espécimes de protozoários flagelados, que foram classificados como pertencentes ao gênero *Trypanosoma*. Entretanto, ele não soube dizer a qual espécie os protozoários pertenciam (Figuras 43 e 44).

Apesar de ter se formado em medicina, Carlos tinha o hábito de extrapolar o seu olhar para fatores externos às doenças, ocupando-se, também, de observações sobre o ambiente em que as pessoas viviam. Seus interesses em entomologia e em protozooses levaram-no a examinar diferentes exemplares da fauna de Lassance. Na época em que ele soube sobre o percevejo de Cornélio, ele também identificou um tripanossomídeo no sangue de saguis *Callitrix penicillatae* (Figura 45), mas, observou que o protozoário não causava doença no sagui. Carlos não sabia, porém, se as formas encontradas no intestino do

11.

A febre amarela é causada por um vírus e pode ser transmitida por fêmeas de mosquitos dos gêneros *Haemagogus*, *Sabethes* e *Aedes* (FRANCO, 1969).

12.

A filariose é causada por nematoides de diferentes espécies, como *Wuchereria bancrofti*, *Brugia malayi*, *Brugia timori* e outros. A transmissão ocorre por insetos hematófagos, principalmente pelos mosquitos do gênero *Culex* (popularmente conhecidos como pernilongos e muriçocas), mas também por *Aedes*, *Anopheles* e outros (BRASIL, 2009).

percevejo e no sangue do *C. penicillata* (Figura 46) eram da mesma espécie de *Trypanosoma* ou não. Ele imaginou que as variantes presentes no percevejo pudessem ser tanto formas naturais não patogênicas como também um estágio do tripanossomídeo encontrado no sagui.

[Questões para pensar 5] Como Carlos poderia saber se as formas encontradas no percevejo e no sagui eram ou não variações do mesmo protozoário? O protozoário encontrado no estômago do percevejo é o mesmo que foi encontrado no sangue do sagui? Que tipo de investigações ele poderia conduzir para obter uma resposta segura? Você considera que Carlos possuía meios (como recursos, estrutura, habilidades, conhecimento) para conduzir essas investigações? Qual a importância disso?

Muitas doenças transmitidas por vetores e causadas por protozoários foram descritas no final do século XIX e início do XX. Nesse período, os europeus estavam preocupados em combater as doenças em suas colônias e, em meados de 1899, começaram a surgir as primeiras faculdades de medicina com foco em medicina tropical. Foi um período em que muitas doenças, consideradas de "climas quentes", começaram a ser melhor compreendidas. As ideias do francês Louis Pasteur (1822-1895) e do alemão Robert Koch (1843-1910) (Figuras 46 e 47) sobre a ação dos microrganismos como causadores de doenças começaram a se difundir.

Entre 1881 e 1900, o cubano Finlay identificou um dos mosquitos transmissores da febre amarela¹¹ e o inglês Patrick Manson (1844-1922) (Figura 48), o mosquito transmissor da filariose¹². O polonês Gustav Valentin (1810-1883) (Figura 49), em 1841, foi o primeiro a encontrar tripanossomas (protozoários do gênero *Trypanosoma*) parasitando trutas, o inglês Griffith Evans (1835-1935) (Figura 50) descobriu, em 1880, o *Trypanosoma evansi*, agente da doença fatal que acometia cavalos e camelos conhecida como "surra" (ou mal das cadeiras) e o brasileiro Adolpho Lutz (1855 - 1940) (Figura 51) fez observações sobre tripanossomas no Brasil na década de 1890. Carlos estava atento a essas descobertas e, por esse motivo, ao detectar uma espécie até então desconhecida de tripanossomídeo em um inseto ele foi em busca da doença correspondente, sem se

13.

A peste bubônica é causada pela bactéria *Yersinia pestis* e sua disseminação está atrelada ao contato com pulgas infectadas (BARRETO; CASTRO, 1946; BRASIL, 2008)

preocupar se essa era a doença que estava acometendo a população de Lassance ou não.

A espécie encontrada no organismo do sagui foi descrita por Carlos em 1908 como *Trypanosoma minasense* (Figuras 52 e 53). Como Carlos tinha dúvidas se as formas encontradas no interior do inseto apontado por Cornélio Mota eram ou não variantes de um mesmo *Trypanosoma* e as instalações do laboratório improvisado em Lassance eram precárias, alguns exemplares do inseto foram enviados para análise no Instituto Manguinhos, para Oswaldo Cruz (Figura 54).

O Instituto Manguinhos teve um papel de destaque durante a reforma sanitária no Brasil, tendo contribuído para erradicar as epidemias de peste bubônica¹³ e da febre amarela no Rio de Janeiro. O instituto foi fundado com o objetivo de produzir soros e vacinas, mas, por conta do intenso trabalho de seus pesquisadores, acabou contribuindo para as melhorias da saúde pública brasileira. Durante a época em que Carlos estava em Lassance/MG, o instituto era um dos únicos centros de pesquisa no Brasil, possuindo financiamento, instalações e equipamentos que podiam auxiliar nas investigações de Carlos.

No laboratório do Instituto Manguinhos, Oswaldo colocou os insetos em contato com alguns macacos saudáveis. Após um período de aproximadamente trinta dias, os animais ficaram doentes e foi registrada grande quantidade de protozoários flagelados no sangue deles. Por conta desse resultado, Carlos decidiu ir ao Rio de Janeiro, onde verificou que o protozoário presente no sangue dos saguis não era o *T. minasense*, mas sim uma nova espécie. Para essas observações, Carlos precisou de um trabalho minucioso e acurado para extrair os parasitos do interior dos insetos e criá-los em laboratório, a fim de observar sua morfologia e variação (Figuras 55 a 57). A nova espécie foi chamada de *T. cruzi* em homenagem a Oswaldo Cruz. Após esse período, Carlos publicou, então, em um jornal da Alemanha, a descoberta dos dois novos tripanossomas: o *T. cruzi* e o *T. minasense*.

[Questões para pensar 6] Tendo descartado um dos tripanossomas como patogênico, como você verificaria se a doença do sagui era a mesma que se manifestava na população de Lassance? Qual seria a importância de ter acesso e

estar atualizado sobre o conhecimento científico da época? Você pode mobilizar as discussões que foram feitas para responder às questões anteriores, como por exemplo nas Questões para pensar de número 2.

No Instituto Manguinhos, Carlos começou uma observação minuciosa sobre o ciclo de vida do *T. cruzi*. Partindo dessas análises, e com base nas observações que ele fez em Lassance, Carlos desconfiou que outros hospedeiros vertebrados também poderiam abrigar o protozoário, incluindo a espécie humana.

De volta a Lassance, o cenário que Carlos encontrou estava praticamente inalterado no povoado: o número de trabalhadores e moradores doentes continuava alto e as chances de cura ou de um tratamento eficaz ainda eram remotas. Com os resultados que registrou da evolução da doença nos saguis, ele conseguiu identificar a presença do protozoário no sangue de um gato doméstico, pois agora ele tinha como comparar as formas de vida do protozoário com uma espécie conhecida por ele. Tal fato reforçou sua suspeita de que, talvez, o percevejo de Cornélio Homem Cantarino Motta estivesse relacionado com a transmissão do protozoário e com a doença da região. Assim, Carlos decidiu analisar o sangue dos doentes de Lassance (Figura 27 e 58). Porém, ao analisar gotas de sangue extraídas de alguns moradores com sintomas da doença ele não identificou a presença do protozoário flagelado *T. cruzi*.

[Questões para pensar 7] Com base no resultado negativo das amostras de sangue, o que você faria? Prosseguir com as investigações ou não? Seria mais indicado mudar a estratégia de investigação? Por que você acha isso? Em que momento um pesquisador sabe que deve parar de procurar por uma evidência? Considerando as suas respostas, qual o papel que você atribuiu à persistência (ou resiliência) de pesquisadores para a construção do conhecimento?

Passados quatro dias que Carlos e sua equipe (Figura 59) haviam coletado gotas de sangue de uma criança doente, eles foram chamados novamente pela família dela, pois a criança estava em estado grave. Do exame minucioso, resolveram coletar nova amostra de sangue

14.

No vocabulário biológico, fazer uma inoculação significa introduzir um material biológico (como toxinas, microrganismos, sangue) em um animal ou meio de cultura, com finalidade curativa, preventiva ou de experimentação.

e, dessa vez, registraram a presença de protozoários flagelados no sangue periférico da pequena Berenice, de 2 anos (Figura 60). A avaliação da morfologia dos flagelados confirmou que se tratava de formas de vida do *T. cruzi* (Figura 61).

[Questões para pensar 8] Ter encontrado o protozoário no sangue da criança é o bastante para afirmar com certeza qual é o agente causador da doença? Por quê? O que você acha que poderia ser feito ou investigado a mais? Você considera que o acaso foi importante nesse momento da narrativa? Por quê? Sobre isso, qual papel você acha que o acaso pode ter na construção do conhecimento científico?

Carlos busca novas ocorrências da doença na população local e também evidências do *T. cruzi* no sangue dos doentes. Ele também planeja uma série de experimentos para compreender melhor a evolução da patologia. Entretanto, devido ao seu simplório laboratório no vagão do trem, mais uma vez Carlos recorreu à ajuda de Oswaldo no Instituto Manguinhos para realizar parte das investigações.

[Questões para pensar 9] Considerando as evidências encontradas, que tipo de investigações você acha que Carlos e Oswaldo poderiam conduzir? Como eles poderiam relacionar os protozoários flagelados encontrados no perucejo, no sangue dos doentes e nos demais animais? Sobre essa interação, você acha que o mundo da ciência é cooperativo ou competitivo? Por quê? Qual seria a importância de uma boa interação entre cientistas, apesar das diferenças de personalidades que podem apresentar?

Eles decidem inocular¹⁴ ratos e saguis com o sangue de doentes que apresentavam um quadro grave da doença. Esses experimentos foram realizados por Carlos no Instituto Manguinhos em parceria com Oswaldo. Nesse estágio, eles adotaram uma série de medidas de segurança para evitar erros de interpretação nos resultados, como, por exemplo, o cuidado para que os animais usados nos experimentos ficassem completamente isolados e não fossem picados por insetos hematófagos. Em um dos experimentos, registraram que as cobaias morreram após poucos dias, com o pulmão

contendo grande quantidade de formas de vida do *T. cruzi*. Os saguis que receberam o sangue da mesma amostra apresentaram grande quantidade de flagelados na circulação periférica após cerca de oito dias.

Durante a fase de experimentação, Carlos precisou atender uma criança que apresentava vários sintomas da doença. Embora estivesse com um quadro já avançado, a coleta de gotas de sangue dessa criança não revelou a presença de tripanossomídeos. Como o estado da criança era grave, Carlos decidiu que também inocularia o sangue dela em duas cobaias. Destas, uma morreu precocemente, e a outra apresentou rapidamente sintomas da doença. Em um outro experimento, Carlos também inoculou cobaias com o sangue de uma criança em estado grave. Posteriormente, constatou sinais da doença nos animais e sinais de infecção em alguns deles que perduraram por mais de dois meses.

[Questão para pensar 10] Considerando os experimentos realizados e as outras evidências que Carlos acumulou com o seu trabalho, qual a possível conclusão que ele poderia formular? Para desenvolver a sua resposta, considere a síntese desses experimentos (sintetizadas no Quadro 4).

Quadro 4. Síntese dos experimentos executados por Carlos em meados de 1909

Experimento	Origem do sangue infectado	Animais para inoculação do sangue infectado	Observações após a inoculação	Interpretação dos resultados por Carlos
A	Criança A	2 cobaias e 1 sagui	As cobaias morreram após 6 dias da inoculação. O sagui apresentou tripanossomídeos no pulmão e na circulação periférica após 8 dias.	(+) Cobaias morreram por conta da doença causada pelos protozoários do sangue da criança. O sagui também foi contaminado com a doença.
B	Criança B em estado grave e com muitos sintomas, porém com gota de sangue sem <i>T. cruzi</i> .	2 cobaias	Uma cobaia morreu e outra apresentou tripanossomídeos no pulmão após 9 dias da inoculação, porém não apresentou parasitos no sangue periférico.	(+) Uma das cobaias morreu acidentalmente e a outra estava no estágio inicial da doença desencadeada pelo sangue da criança.
C	Criança C em estado grave e com muitos sintomas, porém com gota de sangue sem <i>T. cruzi</i> .	Cobaias	Após 20 dias, as cobaias apresentaram tripanossomídeos na circulação periférica. Após 2 meses de intensa infecção, algumas cobaias estavam vivas e com infecção intensa.	(+) As cobaias foram contaminadas pelo sangue da criança, mas apresentaram diferentes graus de infecção e resistência.

Capítulo 4. Os louros e as chagas da doença

A junção de várias evidências, como a confirmação da presença dos tripanossomídeos em outros doentes com sintomas semelhantes, os resultados das inoculações e a presença das formas de vida dos tripanossomídeos encontradas no interior dos percevejos, juntamente com os hábitos de vida deles, fizeram com que Carlos conseguisse compreender o ciclo de vida do *T. cruzi* e a doença associada a esse protozoário. Com essas evidências, e pelo trabalho intenso de Carlos, a nova doença foi chamada de doença de Chagas (sobrenome de Carlos), por sugestão do médico Miguel Couto (1865-1934). A descoberta foi considerada notória, pois, pela primeira vez, uma mesma pessoa havia conseguido identificar uma nova doença, seu agente causador (*T. cruzi*) e seu o vetor (o percevejo) (Figuras 62 a 65).

[Questões para pensar 11] Você considera que os resultados sobre a doença de Chagas poderiam ter sido obtidos sem os estudos de campo? E sem os estudos em laboratório? Por quê? Fazendo uma comparação com a malária, sistematize as informações sobre a nova doença.

[Questões para pensar 12] Quão importante foram as investigações de Carlos? Para lhe ajudar, procure pensar no seguinte: Quais tipos de implicações você acha que as investigações dele tiveram para população de Lassance? E para a população brasileira? E para a medicina como um todo? Por quê? Sobre as suas respostas às questões anteriores, você considera que um conhecimento científico tem um impacto imediato em ações de saúde pública? Por quê?

Em decorrência do seu trabalho, e de todos aqueles que o auxiliaram até aquele ponto, ficou clara a necessidade de combater a precariedade sanitária e de infraestrutura das regiões interioranas do Brasil. Com o conhecimento que adquiriu ao longo de suas investigações, Carlos procurou mobilizar ainda mais políticos e médicos para combater enfermidades como a malária e a doença de Chagas. Em 1919, foi criado o Departamento Nacional

de Saúde Pública, no qual Chagas foi o primeiro diretor, evidenciando as relações que começavam a ser construídas entre ciência, saúde e a política brasileira. Entre 1916 e 1920, as políticas públicas brasileiras iniciaram ações intensas que ficaram conhecidas como Movimento Sanitarista da Primeira República, cujo objetivo foi melhorar as condições de saúde das populações rurais e construir um Estado-Nação brasileiro.

A doença de Chagas, descrita num curto espaço de tempo, foi publicada em periódicos científicos internacionais e teve grande repercussão fora do Brasil (Figuras 67 a 75), auxiliando a compreender melhor outras protozooses tropicais e abrindo possibilidades para a implementação de profilaxias mais efetivas para elas (Figuras 76 a 81).

Carlos Chagas foi indicado formalmente duas vezes ao prêmio Nobel e, segundo registros, mais outras duas vezes informalmente. A primeira indicação formal foi solicitada pela comissão do Nobel, em 1911, e era válida para a premiação de 1913. O escolhido, no entanto, foi o médico fisiologista francês Charles Richet (1850 - 1935). A segunda indicação oficial ocorreu em 1920, para a nomeação de 1921, mas Chagas foi novamente ignorado, o que deixou vago o Nobel de Medicina daquele ano. Houve ainda duas indicações informais, mas não há detalhes delas.

Para o bioquímico Walter Colli, do Instituto de Química da Universidade de São Paulo, estudioso da doença de Chagas, não há dúvida quanto ao merecimento. "Tenho a convicção de que ele não ganhou porque o Brasil está na periferia. Teria sido diferente se o mesmo trabalho tivesse sido feito nos Estados Unidos ou na Europa", acredita. (MARCOLIN, 2009).

A pequena cidade de Lassance/MG, que ficou conhecida por abrigar a descoberta de Carlos, ainda permanece uma cidade cuja economia está baseada na agricultura, pecuária e atividades extrativistas. Segundo dados do Sistema de Informação da Atenção Básica (SIAB) do Ministério da Saúde, os casos de Malária na região diminuíram nos últimos anos, embora o número de incidência ainda permaneça alto como em outras regiões interiores do Brasil.

15.

Ver nota de rodapé de número 01, sobre a expressão "conhecimento local".

[Questão para pensar 13] Como a "tripla descoberta" de Carlos e os fatores e eventos históricos associados a ela estão relacionados com as formas como as ciências funcionam e os conhecimentos científicos são construídos? Com base nas discussões feitas nas *Questões para pensar* anteriores, analise os aspectos associados à produção do conhecimento listados a seguir e dê exemplos dos momentos da história da "tripla descoberta" em que foi possível refletir sobre eles:

A. O papel dos fatores econômicos e políticos no trabalho de cientistas.

B. O papel das motivações e habilidades pessoais.

C. O papel da analogia entre uma nova doença e outras descritas anteriormente.

D. O papel do conhecimento local em contraposição com uma investigação sistemática¹⁵.

E. O papel do acaso/serendipidade nas descobertas científicas.

F. A interação entre cientistas para validar uma descoberta em contraposição com conflitos de personalidade.

G. A complementação entre estudos laboratoriais e estudos de campo.

H. A lacuna entre o conhecimento médico/científico e as ações de saúde pública.

I. A importância de ter acesso a informações científicas e de estar atualizado sobre o conhecimento científico da época

J. O papel da resiliência/ persistência na investigação científica

Considerações finais

O principal objetivo da narrativa histórica "A doença dos trabalhadores da estrada de ferro" é explorar aspectos da NdC, mas é possível, também, trabalhar uma série de conteúdos científicos e biológicos, bem como habilidades associadas às práticas epistêmicas da ciência. Para tanto, foram propostos treze conjuntos de perguntas que visam conduzir uma narrativa e abordar alguns aspectos da NdC, além de promoverem reflexões relativas à própria ciência, como seus conceitos, suas técnicas, seus instrumentos e seus métodos. Cabe ao professor apresentar e conduzir a

discussão dos aspectos apresentados em cada parte de modo explícito, para melhor compreensão dos estudantes.

As "questões para pensar" presentes na narrativa marcam pontos de parada considerados importantes para o levantamento de possibilidades de respostas, com a discussão de concepções das e dos estudantes e comunicação de ideias presentes no próprio caso. As perguntas são abertas e permitem diferentes caminhos de respostas (ALLCHIN et al., 2014), o que, por um lado, favorece a participação de estudantes, mas, por outro, demanda habilidades do professor para escutar, considerar, dar novas vozes e dar sequência e continuidade à narrativa. Cabe ao professor, também, decidir se as proposições e discussões serão feitas em grupos ou individualmente e se haverá uma sistematização e/ou tentativa de consenso nos pontos de parada antes de dar continuidade à narrativa. Nessa estrutura, os estudantes são coparticipantes na história, sobretudo porque há um esforço de transformar a narrativa em um caminho que permita à turma refazer parte do que foi investigado por Carlos. A forma e a estrutura das perguntas que trouxemos visam a levar os estudantes a fazerem um exercício metacognitivo de pensar sobre a NdC. Além disso, são colocadas questões para que estabeleçam relações de causa e efeito, argumentem, construam explicações por meio de evidências e formulem explicações com base em dados e informações presentes na narrativa.

Sugerimos que o professor instigue os estudantes a pensarem nas características da ciência mais importantes para a resolução de cada uma das questões ao longo da narrativa. Ao final, é importante que essas características sejam retomadas, conforme proposto, pois isso representa uma oportunidade para explicitar e formalizar certos aspectos de NdC trabalhados, o que poderá impactar positivamente outras situações ao longo da formação dos estudantes.

Considerando a relevância dessa abordagem, por possibilitar o aprender ciências e o aprender sobre ciência, pode-se olhar para a narrativa histórica apresentada aqui à luz de documentos educacionais, como a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) do Ensino Médio (BRASIL, 2017). A BNCC é um documento que estabelece o conjunto de aprendizagens primordiais que todos os

estudantes deveriam desenvolver na Educação Básica. O documento possui um caráter normativo, já que institui diretrizes para a elaboração dos currículos escolares.

Ao olhar para as diretrizes gerais da Educação Básica, encontramos que o ensino de ciências deve "valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo (...) para entender e explicar a realidade, (...) e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva." (BRASIL, 2017, p. 9). Na narrativa histórica "A doença dos trabalhadores da estrada de ferro", ao explorar a descoberta da doença de Chagas, seu vetor e seu agente causador (tripla descoberta de Carlos Chagas), valoriza-se a construção histórica. Complementarmente, ao apresentar a relação entre a precariedade das moradias e a infecção pela doença de Chagas, abre-se espaço para refletir sobre os impactos dessas descobertas para a construção de uma sociedade mais justa e inclusiva.

Outra competência geral da BNCC indica que deve-se "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 criar soluções (...)." (BRASIL, 2017, p. 9). Durante a narrativa histórica, a curiosidade dos estudantes é estimulada ao longo das questões, não apenas para saber como a história se desenvolve, mas, sobretudo, para saber se o caminho apontado em sala foi igual ou diferente àquele seguido por Carlos Chagas. Da narrativa histórica também emergem abordagens próprias das ciências, como certas habilidades investigativas e argumentativas, dado que a narrativa está centrada em questões que mobilizam consistentemente tais habilidades. Com a promoção de um ambiente que estimula a imersão em um dado contexto histórico permeado por questões de reflexão, os estudantes são convidados a analisar criticamente a situação que é posta, refletindo e usando a imaginação e a criatividade para elaborar hipóteses e criar soluções.

Quando, na narrativa histórica, Cornélio Homem Cantarino Motta (engenheiro chefe durante a construção da ferrovia e morador da região que foi palco da descoberta da doença de Chagas) sugere a Carlos Chagas que

procure e investigue um inseto hematófago (o barbeiro), que poderia estar associado à enfermidade investigada, há uma conexão com outra competência da BNCC, que afirma a necessidade de "Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender (...) relações (...)" (BRASIL, 2017, p. 6).

Ao longo de toda a narrativa histórica, os estudantes são convidados a construir e expressar argumentos, baseados em dados e informações fornecidos durante a narrativa. Ao fomentar um espaço para argumentar, por meio da mediação, pode-se instigar a defesa de pontos de vista, contemplando outra competência geral da BNCC, que afirma a necessidade de "Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns (...)"(BRASIL, 2017, p. 6).

Por fim, o cenário de relativa invisibilidade da doença de Chagas (DIAS et al., 2016) e as estimativas nacionais e internacionais de milhões de pessoas infectadas com ela (WHO, 2012, 2018), colocam o Brasil como ponto de atenção na América Latina e a educação científica de qualidade é uma importante aliada para promoção da saúde. Os conceitos científicos associados à enfermidade são apresentados, construídos e explorados ao longo da narrativa, o que contribui para que o aprendizado se torne mais significativo. No cenário histórico que se constrói, os eixos da alfabetização científica aparecem de forma integrada, permitindo que o professor possa explorar conteúdos científicos, habilidades e aspectos de NdC.

Referências

- ADÚRIZ-BRAVO, A. **Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales.** Buenos Aires: Fondo Cultural Económico, S.A., 2005.
- ALLCHIN, D. The Minnesota Case Study Collection: New historical inquiry cases for nature of science education. **Science & Education.** 2012, v(21):1263-1282.
- ALLCHIN, D. **Teaching the nature of science: perspectives & resources.** Saint Paul, MN: SHiPS Education Press, 2013.
- ALLCHIN, D; ANDERSEN, H; NIELSEN, K. Complementary approaches to teaching nature of science: Integrating inquiry, historical cases and contemporary cases in classroom practice. **Science Education.** 2014, v(98)n(3):461-486.
- AZEVEDO, NH; SCARPA, DL. Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de natureza da ciência no ensino de ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.** 2017, v(17)n(2):579-619.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular.** Ensino Médio. MEC. Brasília, DF, 2017.
- BELL, R; MATKINS, J; GANSNEDER, B. Impacts of contextual and explicit instruction on preservice elementary teachers' understandings of the nature of science. **Journal of Research in Science Teaching.** 2011, v(48)n(4):413-436.
- Berçot FF, Prestes MEB. 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.** 2016, v(10)n(4):7-22.
- CLOUGH M. The Story Behind the Science: Bringing science and scientists to life in post-secondary science education. **Science & Education.** 2011,v(7):701-17.
- DIAS, JCP et al. II Consenso Brasileiro em Doença de Chagas. **Epidemiol. Serv. Saúde.** 2016, v(25)n(esp):7-86.
- DUARTE, M. A história da ciência na prática de professores portugueses: Implicação para a formação de professores de ciências. **Ciência & Educação.** 2004, v(10)n(3):317-331.

- GARCÍA-CARMONA, A; ACEVEDO-DÍAZ, J. The Nature of Scientific Practice and Science Education: Rationale of a Set of Essential Pedagogical Principles. **Science & Education**. 2018, v(27)n(5-6):435-455.
- GEORGE, J. Science Teachers as Innovators using Indigenous Resources. **International Journal of Science Education**. 1992, v(14)n(1):95-109.
- GEORGE, J. World View Analysis of Knowledge in a Rural Village: implications for science education. **Science Education**. 1999, v(83):77-95.
- GIL-PÉREZ, D. Defending constructivism in science education. **Science & Education**. 2002, v(11): 557-571.
- GIORDAN, M; GUIMARÃES, YAFE; MASSI, L. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: Tendências no ensino de Ciências. **VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2012.
- GRYNSZPAN D. **Educação e Promoção da Saúde. Laboratório de Biologia das Interações**. Instituto Oswaldo Cruz/Fiocruz. Disponível em <<http://chagas.fiocruz.br/sessao/educacao/>>. Acesso em: 10 nov 2018.
- HODSON, D. Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*. 2014, v(36)n(15):2534-2553.
- KELLY, GJ; LICONA, P. Epistemic practices and science education. In: MATTHEWS, M (ed.). **History, philosophy and science teaching: New research perspectives (139-165)**. Dordrecht: Springer, 2018.
- KLASSEN, S. The Application of Historical Narrative in Science Learning: The Atlantic Cable Story. **Science & Education**. 2007, v(16)n(3-5):335-352.
- KLASSEN, S. The Construction and Analysis of a Science Story: A Proposed Methodology. **Science & Education**. 2009, v(18)n(3-4):401-423.
- MÉHEUT, M; PSILLOS, D. Teaching-Learning sequences: Aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**. 2004, v(26)n(5):515-535.
- METZ, D; KLASSEN, S et al. Building a Foundation for the Use of Historical Narratives. **Science & Education**. 2007, v(16):313-334.

- OGAWA, M. Science Education in a Multi science Perspective. *Science Education*. 1995, v(79)n(5): 583-593.
- RAMOS-JÚNIOR, AN; CARVALHO, DM. Chagas' disease: past, present and future. *Cad Saude Colet*. 2009, v(17)n(4): 787-94.
- RAMOS V. Chagas, doença invisível, população negligenciada. *Médicos Sem Fronteiras*, 19/07/2017. Disponível em <<https://www.msf.org.br/opiniao/chagas-doenca-invisivel-populacao-negligenciada>> Acesso em: 10 nov 2018.
- RUDGE, DW; HOWE EM. An explicit and reflective approach to the use of history to promote understanding of the nature of science. *Science & Education*. 2009, v(18):561-580.
- STINNER, A; MCMILLAN, BA; METZ, D; JILEK, JM; KLASSEN, S. The renewal of case studies in education. *Science & Education*. 2003, v(12): 617-643.
- SILVA, CC; MOURA, BA. A natureza da ciência por meio do estudo de episódios históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana. *Rev. Bras. Ensino Fís*. 2008, São Paulo, v(30)n(1):1602.1-1602.10.
- VICTORA, CG; BARRETO, ML; CARMO-LEAL, M; MONTEIRO, CA; SCHMIDT MI, PAIM J, et al. Health conditions and health-policy innovations in Brazil: the way forward. *Lancet*. 2011, v(377)n(9782):2042-2053.
- Warren DM, Slikkerveer LJ, Brokensha D. (ed.). **The Cultural Dimension of Development: indigenous knowledge systems**. London: Intermediate Technology Publications, 1995.
- WHO. **Research priorities for Chagas disease, human African trypanosomiasis and leishmaniasis**. WHO: technical report of the TDR Disease Reference Group on Chagas Disease, Human African Trypanosomiasis and Leishmaniasis. Geneva: World Health Organization; 2012. (WHO Technical Report Series, 975).
- WHO. World Health Organization. **Chagas disease (American trypanosomiasis)**. Geneva: World Health Organization; 2018 Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs340/en/>>. Acesso em: 10 nov 2018.

Referências consultadas para a elaboração da narrativa histórica

- BARETO, JB; CASTRO, A. Aspectos epidemiológicos da peste no Brasil. **Mem. Inst. Oswaldo Cruz**. Rio de Janeiro, 1946, v(44)n(3):505-527.
- BOULOS M, DUTRA AP, DISANTI SM, SHIROMA M, AMATO NETO V. Avaliação clínica do quinino para o tratamento de malária por Plasmodium falciparum. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. 1997, v(30)n(3):211-213.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de vigilância e controle da peste/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2008. Disponível em <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_vigilancia_controle_peste.pdf> Acesso em: 10 nov 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Guia de vigilância epidemiológica e eliminação da filariose linfática/Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2009. Disponível em <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_vigilancia_filariose_linfatica.pdf> Acesso em: 10 nov 2018.
- CHAGAS, C. Nova tripanozomíase humana: estudos sobre a morfologia e o ciclo evolutivo do Schizotrypanum cruzi n. gen., n. sp., agente etiológico de nova entidade morbida do homem. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**. 1909, v(1)n(2):159-218.
- COURA, J. The discovery of Chagas disease (1908-1909): great successes and certain misunderstandings and misunderstandings. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**. 2013, v(46)n(6):389-390.

- COUTINHO, M; DIAS, JCP. A descoberta da doença de Chagas. **Cadernos de Ciências e Tecnologia**. Brasília, 1999, v(16)n(2):11-51.
- COUTINHO, M; DIAS, JCP. The rise and Fall of Chagas Disease. **Perspectives on Science**. 1999, v(7)n(4):447-485.
- DELAPORTE, F. **A doença de Chagas: História de uma calamidade continental**. Ribeirão Preto: Holos, 2003.
- DEPAULA, E. **O capitão e o barbeiro**. 2015. Disponível em <<https://sumidoiro.wordpress.com/2015/11/01/las-sance-cunha-cantarino-motta-goncalo-tabocas-belisario-penna-malaria-carlos-chagas-trypanosoma-berenice-evaristo-paula-barbeiro-cupao-chupanca-baticum-josaphat-penna-eurico-vilella-milton-carneiro/>> Acesso em: 10 nov 2018.
- FRANCO, O. **História da febre amarela no Brasil**. Ministério da Saúde, Departamento Nacional de Endemias Rurais, Rio de Janeiro. 1969. Disponível em <http://bvsmis.saude.gov.br/bvsmis/publicacoes/0110historia_febre.pdf> Acesso em: 10 nov 2018.
- GACHELIN, G; OPINEL, A. The reception reception French physicians physicians of Chagas' discovery of Trypanosoma cruzi and American trypanosomiasis trypanosomiasis (1909-1925). **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**. 2009, v(16)n(1):35-56.
- GOMES, MAAF; DELIMA, FJM. Pensamento e prática urbanística em Belo Horizonte, 1895-1961. In: LEME, MCS (coord.). **Urbanismo no Brasil, 1895-1945**. São Paulo: Studio Nobel: FAUUSP/FUPAM, 1999.
- HOCHMAN, G. "O Brasil não é só doença": o programa de saúde pública de Juscelino Kubitschek. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**. 2009, v(16)n(1):313-331.
- KROPF, SP. Carlos Chagas e os debates e controvérsias sobre a doença do Brasil (1909-1923). **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**. 2009, v(16)n(1):205-227.
- KROPF, SP; MASSARANI, L. **Carlos Chagas, a ciência para combater doenças tropicais**. Rio de Janeiro: Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/FioCruz, 2009.
- KROPF, SP; SÁ, MR. The discovery of Trypanosoma cruzi and Chagas disease (1908-1909): tropical medicine

- in Brazil. **História, Ciências, Saúde–Manguinhos**. 2009, v(16)n(1):13–34.
- LACERDA, AL. Fotografia e valor documental: o arquivo de Carlos Chagas. **História, Ciências, Saúde–Manguinhos**. 2009, v(16)n(1):115–138.
- LEWINSOHN R. Carlos Chagas and the discovery of Chagas's disease (American trypanosomiasis). **Journal of the Royal Society of Medicine**. 1951, v(74):451–455.
- MARCOLIN, N. Chagas: Há 100 anos o médico brasileiro descobria o ciclo completo da doença que leva seu nome. **Revista Fapesp**. 2009, v(163):56–59. Disponível em <<http://revistapesquisa.fapesp.br/wp-content/uploads/2009/09/chagas.pdf>> Acesso em: 10 nov 2018.
- MELLO, MTVB; PIRES-ALVES, FA. Expedições científicas, fotografia e intenção documental: as viagens do Instituto Oswaldo Cruz (1911–1913). **História, Ciências, Saúde–Manguinhos**. 2009, v(16)n(1):139–179.
- REZENDE, JM. A viagem científica de Neiva e Penna: roteiro para os estudos das doenças do sertão. **História, Ciências, Saúde–Manguinhos**. 2009, v(16)n(1):265–288.
- SÁ, DM. A voz do Brasil: Miguel Pereira e o discurso sobre o "imenso hospital". **História, Ciências, Saúde–Manguinhos**. 2009, v(16)n(1):333–348.
- SÁ, DM. Uma interpretação do Brasil como doença e rotina: a repercussão do relatório médico de Arthur Neiva e Belisário Penna (1917–1935). **História, Ciências, Saúde–Manguinhos**. 2009, v(16)n(1):183–203.
- SOUZA, VS. Arthur Neiva e a 'questão nacional' nos anos 1910 e 1920. **História, Ciências, Saúde–Manguinhos**. 2009, v(16)n(1):249–264.
- ZABALA, JP. Historia de la enfermedad de Chagas en Argentina: evolución conceptual, institucional y política. **História, Ciências, Saúde–Manguinhos**. 2009, v(16)n(1):57–74.

Data de recebimento: 05/06/2018

Data de aprovação: 23/11/2018