

# A utilização da história da ciência e da investigação no ensino de ciências em espaços de educação não formal

---

*The use of the nature of science and the inquiry in science teaching in non-formal education spaces*

---

**Adriano Dias de Oliveira<sup>1</sup>**  
**Claudia Akemi Saito<sup>2</sup>**  
**Ianna Gara Cirilo<sup>3</sup>**  
**Poliana Friolani<sup>4</sup>**

---

1. Supervisor de educação em museus do Instituto Butantan – Museu de Microbiologia; Mestre em Ensino de Ciências e pós-graduando (doutorado). Contato: [adriano.oliveira@butantan.gov.br](mailto:adriano.oliveira@butantan.gov.br).

2. Educadora do Museu de Microbiologia do Instituto Butantan, graduada em ciências biológicas. Contato: [claudia.saito@butantan.gov.br](mailto:claudia.saito@butantan.gov.br).

3. Educadora do Museu de Microbiologia do Instituto Butantan, graduada em ciências biológicas. Contato: [ianna.cirilo@butantan.gov.br](mailto:ianna.cirilo@butantan.gov.br).

4. Educadora do Museu de Microbiologia do Instituto Butantan, graduada e pós-graduanda em ciências biológicas (mestrado).

---

## Resumo

Muitos autores legitimam o ensino por investigação em razão do seu potencial de promover a construção do conhecimento científico pelo próprio aluno. Um processo investigativo envolve fatores e habilidades como a realização de observações, proposição de hipóteses, uso de ferramentas para coleta, análise e interpretação de dados, proposição de respostas, explicações e a comunicação dos resultados. Um dos modos de articular o ensino investigativo com a natureza da ciência tem sido explorado por Allchin (2013). Os trabalhos desse autor focam a maneira como o professor deve desenvolver habilidades para ensinar sobre a natureza da ciência (NOS). Neste trabalho discorremos sobre as especificidades de uma atividade investigativa elaborada na perspectiva da NOS no Museu de Microbiologia do Instituto Butantan. A forma como esses elementos encontram-se organizados evidencia quais são os limites e as potencialidades do uso dessas metodologias em espaços não formais de ensino.

## **Palavras-chave**

Natureza da Ciência (NOS), ensino por investigação, doença de Chagas, educação não formal.

## **Abstract**

*Many authors legitimize the scientific research teaching because of its potential to promote the construction of scientific knowledge by the student. A scientific research process involves factors and skills like making observations, proposing hypotheses, the use of tools for collecting, analyzing and interpreting data, proposing answers, explanations and reporting results. Allchin (2013) has studied a way to articulate the scientific research, teaching and nature of science and his studies focus on how teachers must develop skills to teach nature of science (NOS). In this work, we discuss about the specificities of scientific research activity made in the NOS perspective at the Museum of Microbiology of Instituto Butantan. The way these elements are organized shows what the limits and usage potentials these methodologies in non-formal teaching spaces are.*

## **Keywords**

*Nature of Science (NOS), scientific research teaching, Chagas' disease, non-formal education.*

## **Introdução**

O ensino por investigação é defendido por diversos autores devido a seu potencial de promover a construção do conhecimento científico pelo próprio aluno. E, no ensino de ciências, pode ser utilizado tanto como estratégia quanto como conteúdo de ensino. Bybee (2000) defende a introdução da investigação por meio dessas duas formas, pois esse pode ser um meio de os alunos aprenderem conteúdos científicos e também uma maneira de apresentar (expor) como se estabelece a construção do conhecimento científico. De acordo com o National Science Education Standards (National Research Council, 2000), um processo investigativo envolve fatores e habilidades como realização de observações, proposição de questões e hipóteses, consultas

bibliográficas, planejamento de investigações, uso de ferramentas para coleta, análise e interpretação de dados, proposição de respostas, explicações e predições e a comunicação dos resultados.

Bybee (2000) também afirma que diferentes atividades podem ser utilizadas para contemplar os aspectos do processo investigativo, como, por exemplo, discussões sobre textos que narram a condução de pesquisas realizadas por cientistas. Para Carvalho et al. (1995), essas atividades devem estar vinculadas a uma situação problema, que, por sua vez, promova questionamento e diálogo.

Dentro dessa lógica de atividades que contemplem a aprendizagem de conteúdos científicos e suas construções, é possível dizer que a história, que já está presente nas aulas de ciências, seja uma ferramenta a ser utilizada não só para ensinar ciências, mas também para abordar a *natureza da ciência*. O principal objetivo da abordagem do ensino por investigação e da natureza da ciência no currículo de ciências é educar e alfabetizar cientificamente os cidadãos diante dos problemas sociocientíficos com os quais se deparam atualmente. De acordo com Allchin (2013), em um cenário histórico, o conteúdo, as habilidades processuais e a natureza da ciência estão completamente integrados, indo ao encontro dos aspectos mencionados acima.

Segundo Trópia (2010), a aplicação da relação do ensino por investigação com a natureza da ciência tem origem na década de 1980, momento em que as atividades investigativas aplicadas ao ensino de ciências passaram por uma reformulação conceitual e metodológica, deixando uma lógica mais pautada no método científico e seguindo uma mais ligada na relação entre ciência e sociedade. O principal objetivo dessa nova abordagem é formar um cidadão crítico que se posicione sobre os impactos da ciência na sociedade. Assim, ensinar a ciência na perspectiva de sua natureza é essencial para que o aluno a compreenda como uma construção humana.

O uso da natureza da ciência também é defendido por Praia et al. (2010). Apoiados nas visões de filósofos e sociólogos e de pesquisas do campo da

didática das ciências sobre a complexidade da natureza da ciência, os autores ressaltam que tal metodologia de ensino poderá proporcionar uma reflexão mais crítica sobre a ciência por parte dos alunos. Contudo, colocam em pauta a relevância de inserir aspectos práticos também nessa abordagem, apesar dos questionamentos existentes sobre o desgaste do uso exagerado do método científico aplicado ao ensino de ciências nas últimas décadas.

Ainda sobre o ensino por investigação, é importante ressaltar que as primeiras intenções de usar a investigação como estratégia de ensino foram difundidas no início do século XX por John Dewey (Barrow, 2006). Dewey foi um filósofo e pedagogo que exerceu forte influência na escola americana. Dentre suas teorias, destaca-se o conceito de experiência educativa, onde o pensamento é o elemento crucial que possibilita perceber relações e continuidades antes não percebidas. Nesse processo, novos conhecimentos e significados são adquiridos de modo que o indivíduo não é mais o mesmo após a experiência vivenciada (Teixeira, 1978).

A intenção dessa estratégia de ensino é proporcionar aos alunos experiências similares às aquelas realizadas pelos cientistas, e que devem ser desencadeadas a partir dos problemas apresentados pelos professores. Nesse sentido, acredita-se que, mais do que aprender conteúdos e métodos científicos, os alunos devem desenvolver habilidades para encontrar respostas para os problemas previamente apresentados (Munford e Lima, 2007; Barrow, 2006).

Atualmente, Allchin (2013) vem explorando bastante uma das maneiras de articular o ensino investigativo com a natureza da ciência. O foco principal dos trabalhos desse autor encontra-se na maneira como o professor deve desenvolver habilidades para o ensino de ciências, utilizando alguns aspectos da natureza da ciência como ferramenta de ensino. A natureza da ciência não estaria restrita ao modo como a ciência funciona e em sua metodologia, ou mesmo à boa ciência e à pseudociência; o cerne da questão reside em como promover o desenvolvimento de habilidades de se pensar a natureza

da ciência, que, nesse contexto, é definida por ele como *Nature of Science* (NOS). Logo, é fundamental que o professor saiba elaborar questões (THINKs) que desencadeiem reflexões por parte dos alunos sobre como a ciência é desenvolvida e em qual circunstância ela foi feita. A meta é ter um repertório de ferramentas que possibilite construir diferentes THINKs para trabalhar a NOS de modo investigativo (Allchin, 2013).

Em outro trabalho, Allchin et al. (2014, p.462) apresentam diversos autores que reconhecem três abordagens básicas para trabalhar com NOS, a saber: “casos históricos”, “casos contemporâneos” e “atividades investigativas”. Essas abordagens podem ser trabalhadas de forma integrada: atividades investigativas sobre casos históricos e atividades investigativas sobre casos contemporâneos, por exemplo. Os autores ainda discutem como trabalhar essas abordagens, assim como os potenciais e limites do uso de cada uma delas.

No presente trabalho discutiremos as especificidades de uma atividade investigativa elaborada na perspectiva da NOS em um espaço não formal. O contexto no qual essa atividade se encontra é o Museu de Microbiologia do Instituto Butantan.

### **Atividade investigativa no Museu de Microbiologia do Instituto Butantan**

Tendo como referencial teórico o ensino por investigação, o Museu de Microbiologia (MMB) do Instituto Butantan criou uma atividade voltada para o público espontâneo, chamada “A descoberta de Carlos Chagas: do campo ao laboratório”. O objetivo da atividade é que os visitantes vivenciem o processo científico que conduziu Carlos Chagas à descoberta do ciclo de uma doença, do agente transmissor e da profilaxia de uma enfermidade endêmica, a doença de Chagas.

O roteiro da atividade compreende uma expedição por diversos locais do Instituto Butantan, utilizados como cenários fictícios das diferentes etapas dessa descoberta. Em cada ponto visitado, um personagem, ora Carlos Chagas, ora Oswaldo Cruz,

narrava partes da história que remetem a esses locais, reconstruindo o processo de descoberta da doença de Chagas. Durante toda a caminhada, os participantes eram instigados a vivenciar a história e a desenvolver pequenas ações que contribuíam para a construção da descoberta de Carlos Chagas. No final, eram levados ao Laboratório Didático do MMB para retomar todo o processo científico, evidenciando o ciclo da doença, casos clínicos, profilaxia, doenças negligenciadas, tratamentos, além de fatos e curiosidades sobre a vida desse pesquisador. A atividade também tinha como objetivo a participação dos visitantes como coautores do processo de construção do conhecimento científico, por meio de métodos investigativos, coletas e formulações de hipóteses, de forma que as informações não fossem recebidas passivamente.

Posteriormente, a mesma atividade foi adaptada para outro projeto decorrente de uma parceria entre o Instituto Butantan e a USP, que ocorre desde 2011, denominado Projeto Novos Talentos. Esse projeto é aplicado em escolas públicas e possui um fragmento chamado Vivendo a USP, coordenado por professores da Licenciatura do Instituto de Física, e tem como principal objetivo aproximar a escola pública da universidade por meio de ações educativas.

Tendo em vista esse objetivo, o Museu de Microbiologia adaptou e reformulou a atividade, antes oferecida para o público espontâneo, para o público do programa. Nessa nova etapa foi feita uma reflexão sobre a atividade, que gerou uma reformulação da mediação e da linguagem e motivou a criação de estratégias para aproximar ainda mais os alunos da metodologia investigativa. Assim, abordou-se o contexto da natureza da ciência, reforçando o objetivo de gerar compreensão das ideias científicas e solucionar problemas a partir de observações, argumentações, coletas de dados e levantamento de hipóteses. No novo formato optou-se por não utilizar personagens para a narrativa da história, que passou a ser contada por um educador. E, baseado na proposta de Allchin (2013), que usou o caso histórico das pesquisas de Christiaan Eijkman

sobre o beribéri, foram inseridas perguntas norteadoras que propunham aos alunos que se imaginassem no lugar de Carlos Chagas e discutissem seus passos no processo científico da descoberta da doença.

É a partir desse novo documento que descreveremos a atividade oferecida no contexto do programa, uma parceria do Instituto Butantan – Museu de Microbiologia e o projeto Novos Talentos – Vivendo a USP.

### **Metodologia**

Esta pesquisa consiste em uma análise documental de cunho qualitativo. O documento analisado foi o roteiro da atividade educativa “A descoberta de Carlos Chagas: do campo ao laboratório”, elaborado pela equipe do Museu de Microbiologia do Instituto Butantan, em 2015.

A fim de identificar elementos referentes à natureza da ciência contidos na referida atividade, utilizamos como referencial o segundo capítulo do livro *Teaching the Nature of Science: Perspectives & Resources* (Allchin 2013), em que o autor apresenta nove caminhos que indicam o potencial do uso de histórias abordadas em salas de aulas, na perspectiva da NOS, como uma eficiente ferramenta para o ensino de ciências. Sustentado pelo pensamento de Thomas Kuhn a respeito das revoluções científicas, Allchin entende que a história científica, dentro da perspectiva de uma história que suscite processos investigativos nos alunos, não pode passar de mera cronologia de fatos e datas, sendo crucial estruturá-la como uma ferramenta de ensino que possua elementos da natureza da ciência.

Mediante a natureza do objeto de estudo aqui analisado, entendemos que o uso do termo “atributo” em lugar de “categoria” seja mais apropriado, uma vez que os elementos que qualificam ou não o potencial investigativo de uma atividade educativa não podem ser abordados de maneira categórica (excludente) e devem ser analisados a partir da combinação das diferentes abordagens sobre a natureza da ciência que estão contidas na atividade. A seguir,

apresentamos os atributos desenvolvidos para essa pesquisa a partir de Allchin (2013):

1. Ciência contextualizadora e motivadora;
2. Esclarecendo conceitos;
3. Revelando concepções alternativas;
4. Celebrando conquistas;
5. Promovendo carreiras científicas;
6. Desenvolvendo habilidades investigativas;
7. Delineando a Natureza da Ciência;
8. Evidenciando a ciência como social;
9. Retratando o contexto cultural da ciência.

Inicialmente, analisamos o documento que descreve a atividade sob a perspectiva de Allchin (2013) e destacamos os trechos em que foi possível identificar atributos que indicam o potencial dessa atividade como ferramenta de ensino. É importante destacar que, devido à opção por essa metodologia, um mesmo trecho pode apresentar mais de um atributo, como exemplificado abaixo:

---

Enquanto ele examinava pessoas acometidas pela malária, que também era chamada de impaludismo, ele percebeu que alguns dos doentes apresentavam sinais clínicos diferentes dos conhecidos para essa doença, como mal-estar, falta de apetite e, mais comumente, um inchaço estranho em diferentes partes do corpo, principalmente na pálpebra, que deixava o olho quase totalmente fechado. *atributos 7, 1 e 3*

THINK [2]: Diante desta realidade, o que vocês fariam no lugar dele? O que será que ele pensou lá em 1907? – *atributo 6*

Carlos Chagas deduziu que se tratava de uma outra doença. Com certeza não parecia malária, mas também não sabia dizer de qual doença se tratava. – *atributo 6*

---

Tendo como referência principal o livro *A doença de Chagas: história de uma calamidade continental*, de François Delaporte (2003), também foi feito um estudo de caso mais aprofundado sobre a história da descoberta da doença de Chagas, com o intuito de



realizar uma análise dos aspectos referentes à NOS presentes na atividade de maneira mais crítica.

Em relação ao potencial investigativo, os dados foram analisados de acordo com a proposta desenvolvida por Dewey (1944) e apresentada por Barrow (2006), sobre a metodologia investigativa de ensino, a saber: apresentação do problema, formação de hipóteses, coleta de dados durante o experimento, formulação de conclusão. A intenção é analisar de que maneira essas abordagens aparecem ou não na atividade e de que forma encontram-se organizadas.

Por fim, abordaremos brevemente como esses dados analisados estão articulados na perspectiva da educação não formal.

### **Análise do documento sob a perspectiva da NOS e do Ensino por Investigação**

Considerando os possíveis caminhos para utilizar a NOS como ferramenta para o ensino de ciências proposto por Allchin (2013) na lógica de atributos, foi possível identificar de que forma eles se encontram presentes na atividade “A descoberta de Carlos Chagas: do campo ao laboratório”.

O primeiro atributo, “Ciência contextualizadora e motivadora”, foi identificado no início da atividade, etapa em que, por meio de uma pergunta introdutória, faz-se um levantamento das concepções dos alunos sobre a ciência e, a partir disso, o educador fica incumbido de desconstruir a ideia de que cientistas são gênios, mostrando a dimensão humana da ciência, com a clara intenção de aproximar os alunos da pesquisa científica.

O atributo 4, “Celebrando conquistas”, coloca em discussão a caracterização implícita dos cientistas em categorias que se limitam ao “certo”, em que o cientista é visto como um herói, e “errado”, em que ele é visto como tolo, quando suas histórias são utilizadas por professores no ensino de ciências. Allchin (2013) considera que tais julgamentos falham no que diz respeito ao contexto histórico em que os cientistas estavam inseridos, e que, sob uma perspectiva cultural, é importante compreender nossos êxitos conceituais históricos superando as ideias

geocêntricas e antropocêntricas. Ao caracterizar um cientista como herói, corre-se o risco de atribuir as descobertas a uma única pessoa, quando de fato as conquistas científicas nunca são realizadas individualmente. Os trechos em que esse aspecto foi identificado ressaltam a contribuição de outras pessoas para a pesquisa de Carlos Chagas, por exemplo: “Sendo assim, enviou amostras para o Dr. Oswaldo Cruz (OC), no Rio de Janeiro, para saber o que acontece se o barbeiro sugar o sangue dos macacos de laboratório” e “É importante ressaltar a ajuda que ele teve de outros pesquisadores brasileiros, assim como de cientistas de outros países (Alemanha e França). Quando os insetos foram encaminhados para o Rio de Janeiro, OC aproveitou para entregar alguns exemplares do inseto para outro cientista, o pesquisador Arthur Neiva, para que ele fizesse a identificação”.

Também é possível dizer que a atividade possui um potencial de desenvolvimento de habilidades investigativas (atributo 6), pois a história de Carlos Chagas ajuda a contextualizar a reconstrução do cenário em que a descoberta foi feita, e, desse modo, entender o significado humano e cultural no processo da investigação. Esse atributo pode ser identificado nos trechos em que são levantadas questões (THINKs) que buscam estimular os alunos a compreender impasses e dificuldades vividos por Carlos Chagas e a construir hipóteses para resolver esses problemas. Ou seja, as THINKs com tais finalidades são um meio de proporcionar aos alunos uma experiência investigativa que potencializa o desenvolvimento de habilidades intrínsecas ao processo de investigação. A seguir, trazemos um trecho que exemplifica o que queremos destacar:

*Após o recebimento da carta, Carlos Chagas identificou algumas evidências que foram fundamentais para ele retornar para o Rio de Janeiro e estabelecer um novo rumo para a pesquisa que desenvolvia:*

*– Os sintomas encontrados nas pessoas eram distintos dos sintomas da malária;*

*– Foram encontrados protozoários nos animais da floresta, porém esses animais eram saudáveis;*

*– Os animais de laboratórios isentos de qualquer outro tipo de contaminação foram picados por barbeiros contaminados e adoeceram e morreram.*

*THINK [6]: A partir dos pontos levantados, que hipóteses podemos elaborar a fim de solucionar o problema apresentado?*

O atributo 7, “Delineando a natureza da ciência”, é um dos mais presentes na atividade, basicamente por dois fatores: um deles foi referente à percepção de Carlos Chagas ao notificar casos clínicos que diferiam da malária. Embora fosse especialista na doença citada, Carlos Chagas não deixou que isso ofuscasse sua percepção a ponto de desconsiderar que ali se apresentava algo diferente, o que facilmente poderia ter acontecido, uma vez que estava a serviço de uma instituição que o designou para combater apenas a malária. Outro fator deve-se à trajetória seguida até a descoberta da doença e de seu ciclo. A atividade evidencia as mudanças e os principais questionamentos pelos quais a pesquisa passou, desconstruindo a tradicional ideia de uma descoberta linear, sem obstáculos e de hipóteses refutadas.

A atividade também contempla a dinâmica social da comunidade científica – a maneira como os cientistas se relacionam, publicam trabalhos etc. é apresentada a carta que Oswaldo Cruz encaminhou a Carlos Chagas com os resultados dos experimentos feitos em Manguinhos: “Sendo assim, Oswaldo Cruz colocou os resultados dos experimentos, feitos no seu laboratório, em uma carta”. Esse trecho foi considerado parte do atributo 8, “Evidenciando a ciência como social”.

Com relação aos contextos culturais da ciência, a atividade apresenta poucos elementos que permitam verificar a influência da sociedade na pesquisa

realizada por Carlos Chagas. Embora os motivos que o levaram até Lassance (MG) fossem, de fato, interesses ligados ao desenvolvimento econômico do país – logo, uma possível influência social na ciência –, os desdobramentos de sua pesquisa não decorreram da interferência social, e sim de uma questão interna da ciência. Contudo, a partir do trecho do documento que menciona que Carlos Chagas não tinha autorização para coletar sangue das pessoas – e que isso poderia ser um problema, uma vez que a Revolta da Vacina tinha ocorrido havia pouco no Rio de Janeiro –, podemos inferir que na situação houve certa influência da sociedade sobre o fazer científico do pesquisador. Dessa forma, pode-se dizer que o atributo 9, “Retratando os contextos culturais da ciência”, encontra-se de forma implícita na atividade.

A atividade como um todo contempla o segundo atributo, que diz respeito ao potencial do uso da história da ciência para o ensino de conceitos. Nesse caso, o desenrolar da trajetória de Carlos Chagas culmina na elucidação da doença de Chagas, que se torna um conceito, e, conseqüentemente, uma resposta – que abrange uma necessidade particular que emergiu de observações particulares. O caminho inverso também é válido, uma vez que o conceito foi transformado na narrativa de sua descoberta.

Pode-se dizer que a atividade como um todo também contempla o atributo 5, “Promovendo carreiras científicas”, pois existe uma intenção particular em aproximar os alunos do fazer científico e dessa forma estimulá-los também para o ingresso nessa área.

No entanto, note-se que, durante a elaboração da atividade, muitas escolhas foram feitas sobre o que era possível ou não tratar com o público. Logo, alguns aspectos da história e pesquisa sobre a descoberta da doença de Chagas não estão contidos no trabalho, influenciando diretamente na identificação de como os atributos encontram-se presentes ou ausentes no material analisado.

Um caso que retrata claramente essa questão é a ausência do atributo 3, “Revelando concepções alternativas”, na atividade. Carlos Chagas acreditava

que a transmissão do protozoário pelo barbeiro ocorria no momento da picada, pois havia encontrado a forma fusiforme do parasita nas glândulas salivares do barbeiro. Contudo, em 1923, Arthur Neiva contestou se a infecção realmente acontecia dessa forma e verificou que ela se dava pela entrada das fezes contaminadas do barbeiro no orifício gerado por sua picada. Outro acontecimento que poderia ser explorado dentro da lógica do atributo 3 é a hipótese que Carlos Chagas levantou sobre um possível dimorfismo sexual do protozoário. Chagas observou que os tripanossomos sempre apresentavam dois tipos morfológicos distintos em qualquer estágio e em qualquer meio, porém, estes nada mais eram que diferenças no tamanho e na forma do blefaroplasto (de onde parte o flagelo) e do núcleo. Evidenciar esses fatos, reconhecendo os erros de Chagas e mostrando suas concepções alternativas, possibilita uma maior identificação, por parte dos alunos, de que os cientistas podem ter concepções e hipóteses equivocadas, e em alguns casos semelhantes às concepções dos próprios alunos quando se deparam com um problema.

Esses acontecimentos também estariam contemplados no atributo 5, “Promovendo carreiras científicas”, já que auxiliam na desconstrução da imagem do cientista que somente obtém êxito em suas ideias, hipóteses e experimentos.

Outras reflexões podem ser feitas em relação ao atributo 7, “Delineando a Natureza da Ciência”. Um aspecto essencial relacionado a esse atributo é considerar o acaso na trajetória do cientista e de sua descoberta, pois esse é um fator característico, entre outros, da natureza da ciência. Embora o referido atributo tenha sido identificado na atividade, como já tratado anteriormente, a característica referente ao acaso presente na pesquisa de Carlos Chagas foi omitida. No documento da ação educativa é mencionado que na ocasião Chagas descobriu um novo protozoário no sangue de um sagui selvagem, e que essa descoberta decorreu de um interesse em descobrir o agente etiológico para os casos clínicos que ele acreditava não ser malária – quando na verdade foram

outros fatores que levaram a essa descoberta, como se verá a seguir.

O interesse de Carlos Chagas pela descoberta de novos tripanossomos certamente foi despertado pelo ensino da protozoologia no Instituto Oswaldo Cruz, que assimilava a parasitologia como disciplina nos estudos médicos. Esses conhecimentos eram transmitidos por cientistas alemães convidados para esse fim. Logo, a instituição também tinha o compromisso de colaborar com as pesquisas deles. Era o período de emergência da parasitologia, proporcionada pelo crescimento da medicina tropical. Chagas inicialmente não buscava o possível causador da doença que estava acometendo os habitantes de Lassance: a busca estava relacionada a seu interesse em colaborar com os estudos desenvolvidos no Instituto Oswaldo Cruz e esse movimento era realizado por ele paralelamente à campanha de combate à malária. Mas, embora a descoberta do *Trypanosoma minasense* e a associação dele com a nova doença tenham ocorrido ao acaso, foi a partir desse momento que as pesquisas sobre a doença de Chagas, até então desconhecida, começaram a se delinear. O acaso também está presente no momento em que Chagas decide abandonar os estudos com o *Trypanosoma minasense*, visto que ele correu o risco de ter cometido um erro, pois não fez testes específicos que comprovassem que o tripanossomo que adoeceu os saguis do laboratório era diferente do *Trypanosoma minasense*. Tais fatos, cruciais para o sucesso de Carlos Chagas, revelam uma característica da natureza da ciência pouco explorada na atividade.

Outro fator que seria interessante abordar, mas que não está presente na atividade, diz respeito a como ocorre a divulgação das descobertas e conhecimentos para outros cientistas e a sociedade. Chagas comunica à comunidade científica a descoberta em 1909, em seu artigo “Nova Tripanozomíase humana” publicado na *Imprensa Médica*. No período de 1909 a 1912, quatorze trabalhos sobre a doença de Chagas foram publicados, sendo doze de autoria do próprio Carlos Chagas. Muitas de suas publicações foram difundidas internacionalmente, em revistas alemãs e

francesas, mas na época houve pouco interesse dos pesquisadores europeus por ser uma doença restrita à América do Sul. Esse aspecto se encaixa no atributo 8, “Evidenciando a ciência como social”, pois, bem como as correspondências trocadas entre Chagas e Cruz, comentadas anteriormente, as publicações de artigos são peças fundamentais para a comunicação e a dinâmica social da comunidade científica.

Em relação à maneira como as abordagens investigativas encontram-se organizadas na atividade, identificamos que a sequência comumente atribuída nos trabalhos consultados (apresentação do problema, formação de hipóteses, coleta de dados e formulação de uma conclusão) encontra-se relativamente desconstruída.

No documento, a parte inicial da atividade tem o objetivo de desmistificar alguns conceitos sobre o fazer científico, e, a partir daí, estimular o grupo a se envolver na ação proposta. A primeira abordagem investigativa, a apresentação do problema, aparece logo em seguida à contextualização do momento em que Carlos Chagas chega a Minas Gerais e começa a relatar sintomas distintos da malária identificados nos doentes. Podemos observar esse aspecto no trecho do documento:

*Enquanto ele examinava pessoas acometidas pela malária, que também era chamada de impaludismo, ele percebeu que alguns dos doentes apresentavam sinais clínicos diferentes dos conhecidos para essa doença, como mal-estar, falta de apetite e, mais comumente, um inchaço estranho em diferentes partes do corpo, principalmente, na pálpebra, que deixava o olho quase totalmente fechado.*

Nesse momento começa-se a construir o problema da atividade que vai sendo alimentado por algumas THINKs e por novos detalhes que o cientista relatava, chegando até a reconstruir o problema inicial após a descoberta do tripanossomo no sangue do sagui quando a pesquisa dele toma um novo rumo.

Ao mesmo tempo, THINKs e informações da própria história estimulam a coleta de informações

do caso. Em alguns pontos, a informação fornecida pode funcionar como um dado, mas, sobretudo, funciona como uma reconstrução do problema. É importante destacar que, nessa atividade, os alunos não realizam de fato uma coleta de dados empíricos que poderão ser utilizados na elaboração e realização de experimentos semelhantes aos que Chagas executou para desvendar o ciclo de vida do *Trypanosoma cruzi*.

No que diz respeito à formulação de hipótese, tal abordagem fica mais clara a partir da THINK [6]: “A partir dos pontos levantados, que hipóteses podemos elaborar a fim de solucionar o problema apresentado?”, que explicitamente instiga os participantes a elaborar/organizar seus pontos de vista sobre o que o caso até então apresentou. É importante ressaltar que algumas THINKs não possibilitam a construção de hipóteses: embora em certos momentos da história narrada o uso delas sugira tal intenção, na verdade o que estimulam são repostas mais direcionadas, como “sim” ou “não”. E, além de a coleta de dados não ter sido consolidada, a parte da atividade que corresponde ao teste de hipóteses se baseia em observações de experimentos já realizados, a saber: lâminas fixadas de *Trypanosoma cruzi* em diferentes fases de seu ciclo reprodutivo. Ou seja, os alunos não têm participação ativa na realização de experimentos.

Além disso, o que chama mais a atenção é que, apesar de existir no documento o item “fechamento”, não fica evidente como essa etapa é mediada com os alunos, ou como eles poderão confrontar as hipóteses que foram construídas ao longo da atividade, pois o item está relacionado na verdade à conclusão a que Chagas chegou ao descobrir a nova doença e não à conclusão dos alunos em relação à do pesquisador em questão.

Com a mudança do formato da atividade, quando foi adotado o referencial de Allchin (2013), a proposta investigativa foi feita por meio das THINKs, ou seja, a ordem cronológica histórica aparece desconstruída e a investigativa não segue a metodologia mais recorrente usada nas sequências didáticas. Entretanto, observamos alguns vestígios do



modelo de ensino por investigação adotado por autores adeptos dessa vertente e que foram mencionados nesse trabalho. Esse dado pode ser reflexo do processo histórico pelo qual essa atividade passou.

Retraçamos os elementos relacionados à NOS e ao ensino por investigação presentes na atividade analisada. A maneira como esses elementos encontram-se organizados evidencia quais são os limites e potencialidades do uso dessas metodologias. Contudo, é fundamental lembrar que ambas têm sido aplicadas, ou mesmo foram pensadas, para espaços formais de ensino, onde a relação tempo e espaço é diferente do contexto de espaços não formais. Analisar essa proposta sem considerar a circunstância em que ela se realiza pode acarretar um reducionismo.

### **Considerações finais**

Um dos aspectos que caracteriza as ações educativas em espaços não formais é o uso de objetos que, na maioria das vezes, são exclusivos desses espaços. Na atividade em questão identificamos essa característica em dois momentos: quando os alunos têm de procurar os barbeiros e no fechamento que acontece no Laboratório Didático, quando são usadas lâminas com o protozoário em diferentes fases de vida.

Por outro lado, o aspecto tempo é um forte limitador quando se trata de assuntos com certa complexidade como o tema proposto para essa atividade. Como visto, na maioria dos casos os atributos são explorados parcialmente, e por vezes até estão ausentes, o que evidencia que nem sempre é possível esgotar um estudo de caso (história de uma descoberta científica) em apenas uma atividade devido às peculiaridades do local onde ela acontece. Independentemente das boas condições fornecidas pelo museu – que inclusive ofereceu materiais como exemplares de barbeiros e laboratório equipado, além de elementos referentes ao tema tratado, como particularidades da história da descoberta da doença de Chagas – um aspecto que nos pareceu frágil é o fato que não ficam claros no documento alguns elementos didáticos, como, por exemplo, as expectativas quanto a parte experimental e de que forma

as hipóteses dos alunos poderiam ser confrontadas com a conclusão da história. provavelmente devido ao tempo disponível para a aplicação da atividade.

Contudo, é possível evidenciar que, apesar da limitação de tempo, o roteiro de atividade “A descoberta de Carlos Chagas: do campo ao laboratório” tem potencial para trabalhar habilidades investigativas com os alunos, uma vez que são apresentadas as THINKs, o contexto histórico, a relação entre os cientistas, seus questionamentos e dúvidas, elementos que contribuem para a participação e a reflexão dos sujeitos envolvidos nessa ação educativa.

### Referências bibliográficas

- Allchin D. *Teaching the Nature of Science: perspectives & resources*. Saint Paul, MN: SHiPS Education Press, 2013.
- \_\_\_\_\_; Andersen HM; Nielsen K. Complementary approaches to teaching Nature of Science: Integrating student inquiry, Historical cases, and Contemporary cases in classroom practice. *Sci. Educ.*, v(98), n(3): 461-486, 2014.
- Barrow LH. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. *Journal of Science Teacher Education*, n(17):265-278, 2006.
- Bybee RW. Teaching science as inquiry. In: Minstrell J.; Van Zee E. *Inquiring Into Inquiry Learning and Teaching in Science*. Washington: American Association for the Advancement of Science, 2000, pp.21-46.
- Carvalho AMP et al. El papel de las actividades en la construcción del conocimiento en clase. *Investigación en la escuela*, n(25), pp.60-70, 1995.
- Chagas CJR. 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. *Mem. Inst. Osw. Cruz*, (1), pp.159-218, 1909.
- Delaporte F. *A doença de Chagas: história de uma calamidade continental*. Trad. Carmem Pereira e Leonora de Assis. Ribeirão Preto: Holos, 2003a.

- Munford D; Lima MECC. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? *Revista Ensaio*, v(9), n(1), 2007.
- National Research Council. *Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press, 1996.
- Pittella JEH. O processo de avaliação em ciência e a indicação de Carlos Chagas ao prêmio Nobel de Fisiologia ou Medicina. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 42 (1): 67-72, jan-fev, 2009.
- Praia J.; Gil-Pérez D.; Vilches A. O papel da Ciência na educação para a cidadania. *Cienc. educ.* v(13), n(2): 141-156, 2007.
- Teixeira AS. A pedagogia de Dewey. In: Dewey J. *Vida e educação*. 10ªed. São Paulo: Melhoramentos, 1978.
- Trópia G. Prática de ensinar Biologia através de atividades investigativas: primeiras reflexões sobre o que dizem os trabalhos apresentados em encontros de ensino de Biologia. *Revista SBEnBio*, n(3), 2010.

Data de recebimento: 28/12/2015

Data de aprovação: 26/04/2016