

**METODOLOGIAS DE ENSINO PARA INSERIR HISTÓRIA E FILOSOFIA DA
CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS**

**TEACHING METHODOLOGIES TO INTRODUCE HISTORY AND PHILOSOPHY
OF SCIENCE IN SCIENCE TEACHING**

**METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA PARA INSERTAR HISTORIA Y FILOSOFÍA
DE LA CIENCIA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

SILVA, Peterson Fernando Kepps
keppspeterson@gmail.com

FURG – Universidade Federal do Rio Grande
<http://orcid.org/0000-0001-6305-1444>

SCHWANTES, Lavínia
laviniasch@gmail.com

FURG – Universidade Federal do Rio Grande
<https://orcid.org/0000-0003-3362-7531>

RESUMO: Pensar na inserção de elementos de história e filosofia da ciência (HFC) na Educação Básica pode parecer, para muitos, algo inviável ou de difícil execução, dada a abstração filosófica requerida para se trabalhar essa temática. Tendo isso em vista, objetivamos, neste artigo, apresentar duas atividades que intencionaram trazer metodologias de ensino que envolvem a HFC no Ensino Fundamental. Utilizamos-nos, para desenvolver o trabalho com os alunos, de discussões em torno do método científico, entendimentos de ciência e o caráter provisório dos conhecimentos produzidos pela mesma. Foi possível perceber o quanto atividades como estas podem promover um ensino mais comprometido tanto com questões históricas quanto filosóficas.

Palavras-chave: Ensino de ciências. Filosofia e história da ciência. Metodologias de ensino.

ABSTRACT: Thinking about the introduction of elements of history and philosophy of science (HFC) in Basic Education may seem, for many, unfeasible or difficult to execute, given the philosophical abstraction required to work on this theme. With this in mind, we aim to present two activities that intend to bring teaching methodologies that involve HFC in Elementary School. In order to develop the work with the students, we use discussions about the scientific method, understandings of science and the provisional character of the knowledge produced by science. It was possible to see how activities such as these can promote teaching that is more committed to both historical and philosophical issues.

Keywords: Science teaching. Philosophy and history of science. Teaching methodologies.

RESUMEN: Pensar en la inserción de elementos de historia y filosofía de la ciencia (HFC) en la Educación Básica puede parecer, para muchos, algo inviable o de difícil ejecución, dada la abstracción filosófica requerida para trabajar esa temática. En este artículo presentamos dos actividades que han intentado traer metodologías de enseñanza que involucran a HFC en la Enseñanza Fundamental. Se utilizó, para desarrollar el trabajo con los alumnos, de discusiones en torno al método científico, entendimientos de ciencia y el carácter provisional de los conocimientos producidos por la misma. Fue posible percibir cuánto actividades como éstas pueden promover una enseñanza más comprometida tanto con cuestiones históricas y filosóficas.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias. Filosofía e historia de la ciencia. Metodologías de enseñanza.

1 INTRODUÇÃO

Pensar na inserção de elementos de história e filosofia da ciência (HFC) na Educação Básica pode parecer, para muitos, algo inviável ou de difícil execução, dada a abstração filosófica requerida para se trabalhar essa temática. Parece-nos que existem fronteiras as quais restringem a HFC apenas a determinados livros de Ensino Superior e grupos de pesquisadores. Recentemente, em um evento interessado em discutir o ensino de História e Filosofia da Ciência¹, percebemos que ainda há um longo caminho a ser trilhado para que a inserção da HFC na Educação Básica se dê de forma efetiva. Muitos dos trabalhos ainda centram sua inserção no Ensino Superior. De forma sintética, o evento objetivou reunir pesquisadores e interessados na área e, a última edição, teve como tema central: “História, Filosofia, Sociologia e Ensino de Ciências na América Latina: refletindo sobre os desafios e conquistas das últimas décadas”. Além disso, o IHPST constitui um grupo diversificado de pesquisadores que envolve estudantes e pós-graduandos, filósofos, historiadores e professores de ciências e tem como principal objetivo

promover o melhoramento da educação científica e matemática da escola e universidade, por meio da história e filosofia da ciência e da matemática e um interesse particular em trazer essas esferas de conhecimento para os programas de formação de professores (IHPST, 2019, p. 1).

¹ 4ª Conferência Latino-Americana do International History, Philosophy and Science Teaching Group (IHPST-LA).

Embora a temática do evento buscasse, justamente, refletir e apresentar as conquistas da HFC no ensino de ciências dos últimos anos, o número de trabalhos apresentados que se propuseram a discutir a HFC na Educação Básica (Ensino Fundamental e/ou Ensino Médio) ainda é baixo quando comparado com os trabalhos envolvendo Ensino Superior. Não se trata, nesta discussão, de tecer críticas aos trabalhos desenvolvidos neste nível de ensino da educação brasileira. Da mesma forma, não é o objetivo minimizar sua relevância para a formação de professores e para o cenário educacional brasileiro. Esse olhar sobre aspectos quantitativos pode nos indicar quão restrita ainda é a articulação entre a HFC e a Educação Básica.

Diferentes autores, como Delizoicov e Pernambuco (2002), Gil et al. (2001) e Santos e Schnetzler (2010) apontam à necessidade de inserção de elementos da HFC no ensino de ciência, em diferentes níveis da Educação Básica. Em geral, centram seu foco no quanto essa inserção possibilita que a formação do estudante seja ampliada pela possibilidade de pensamento que esta área estimula. Nesse sentido, corroboramos os estudos que discutam os elementos da HFC no ensino de ciências, mas destacamos a necessidade de trabalhos que possam delinear, de forma mais prática, sua aplicação na Educação Básica.

Pensando nisso, neste artigo, temos como objetivo apresentar duas atividades que objetivaram trazer metodologias de ensino que envolvesse a HFC no Ensino Fundamental (EF); assim, utilizamo-nos de discussões realizadas em torno do método científico, entendimentos de ciência e o caráter provisório dos conhecimentos produzidos pela mesma. A partir destas bases, tão caras aos estudos da HFC, visamos, ao discorrer sobre estas práticas/atividades no EF, lançar luz e alargar os horizontes de um campo ainda pouco explorado na seara educacional.

Seguindo as discussões iniciais, acreditamos que apenas abordar teorias de HFC ou discutir teoricamente textos de diferentes pesquisadores, por exemplo, com alunos pré-adolescentes de 10 a 12 anos de idade, por vezes, acaba sendo pouco produtivo. Tal afirmação não se fundamenta em uma crença na limitação ou incapacidade desses sujeitos. Em vez disso, compreende que nessa fase da vida escolar, os conhecimentos sobre a produção das ciências e seus resultados ainda estão sendo consolidados. Por isso, atrelar os trabalhos científicos de HFC à

diversidade metodológica de práticas e atividades educacionais torna-se de extrema importância à articulação da área com o ensino de ciências.

Os textos de filósofos ou historiadores da ciência costumam ser escritos em uma linguagem que não é aquela usual nos cursos de graduação de formação de professores, em especial das ciências “naturais”. Em tais cursos, a ênfase do ensino é dada às descobertas, aos resultados e aos produtos finais da pesquisa científica, ou seja, aos conhecimentos científicos já consagrados.

Se considerarmos as diferentes etapas de ensino, as grades curriculares de cursos de Licenciatura no Ensino Superior têm se preocupado em ensinar o que temos chamado de *resultados científicos*, isto é, os saberes resultantes de décadas de pesquisa, como, por exemplo, a classificação dos seres nas taxonomias zoológicas e botânicas ou os conceitos de ecologia ou de genética. Além disso, a palavra *resultante* deve ser ressaltada aqui, pois demonstra que o foco do ensino é o produto da atividade científica; não a forma e os meios pelos quais esses resultados/produtos são produzidos.

Atrelado a essa característica dos cursos de formação, o que é mostrado aos futuros professores, é proveniente do discurso de emergência da ciência moderna, o qual é pautado, principalmente, em enunciados de rigor metodológico; uma sequência de passos a ser seguida. Compreende-se, a partir de tal rigor, que as descobertas obtidas por este caminho são as mais seguras, verdadeiras e confiáveis. Esse entendimento, mesmo não diretamente verbalizado nos cursos de graduação, decorre, por exemplo, dos estudos de Descartes (2011) e de Bacon (1987); filósofos do século XVII, que procuraram organizar em seus escritos o que seria uma verdadeira atividade científica naquela época.

A partir desses estudos/pressupostos, configura-se o fundamento da formação inicial de professores da área das Ciências da Natureza. A área se apoia no discurso da emergência da ciência. Assim, nessa perspectiva, entende-se que o empreendimento científico se ancora em bases sólidas, seguras e verdadeiras. Parte-se do pressuposto que o conhecimento produzido pela ciência se apresenta de forma finalizada; o que desconsidera os contextos histórico e social dos quais emergiu.

Além disso, como esboçamos anteriormente, temos uma linguagem, quando se trata dos textos de filósofos ou historiadores da área, que se afasta em demasia daquela comumente utilizada por nós. Entendemos que todas essas condições formam um substrato desfavorável à inserção da HFC na Educação Básica.

Entendemos que as problematizações e discussões em torno de como se dá a produção desses conhecimentos são importantes na formação dos professores. Desenvolvendo essas problematizações e discussões, um outro discurso sobre a ciência será produzido, aquele que possibilite entendê-la como criação humana e como imersa em inúmeros contextos de produção, sejam econômicos, políticos ou sociais. Alguns autores que nos ajudaram a entender a produção científica dessa forma são Kuhn (2009) e Feyerabend (2007). Kuhn (2009) traçou um processo de como a produção científica se desenvolve a partir dos conceitos de paradigma, ciência normal e revolução científica. Feyerabend (2007) enfocou seus questionamentos para o método único e universal da ciência. Há ainda as contribuições de Latour (2000), que auxiliam nas discussões sociológicas quanto ao trabalho dos cientistas.

Podemos perceber ainda, tanto com a prática de professores na Educação Básica que acompanhamos nos projetos da Universidade quanto nas escolas que os autores desse artigo atuam ou atuaram, que ensinamos as ciências de forma muito semelhante nos cursos de graduação e nesse nível de ensino. Isto é, também nas escolas de Ensino Fundamental e Médio, ensinamos os *resultados científicos*, com pouca ou nenhuma problematização dos processos que ocorreram até chegarmos nestes resultados. Talvez seja essa uma das problemáticas para gerar modificações na educação científica na atualidade.

Baseados nas ideias postas até aqui, com interesse em apontar as discussões realizadas em torno de atividades sobre o método científico, entendimentos de ciência e o caráter provisório dos conhecimentos, estruturamos este trabalho. Em especial, no sentido de contribuir com os estudos da HFC na Educação Básica.

2 A ATIVIDADE: DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Os caminhos metodológicos deste artigo partem da estruturação e aplicação das atividades propostas aos estudantes do EF. Para tanto, nas próximas linhas, descrevemos cada atividade/prática, seus objetivos, bem como inserimos alguns dados em quadros para melhor organização. Cabe sublinhar que as atividades foram aplicadas no ano de 2018, em turmas de 7º e 8º anos do EF de duas escolas municipais de Pelotas – RS, por um dos autores deste trabalho, professor titular da disciplina de Ciências.

A atividade 1 tinha como objetivo principal mostrar a ciência como produção humana, ou seja, como uma das formas que os sujeitos encontraram de produzir conhecimento sobre e no mundo. Nosso enfoque era nos processos da pesquisa, de que forma é desenvolvida, a partir de que situações/temas e com quais propósitos.

A atividade partia da proposição de uma situação problema e os estudantes deveriam construir o caminho para que ela fosse respondida ou solucionada – descrita no quadro abaixo (Quadro 1). Para essa construção, foram organizados grupos de até cinco estudantes que deveriam, depois das discussões e soluções pensadas no grupo, apresentar suas propostas para toda a turma. Essa atividade ocorreu com as turmas de 7º e 8º anos do EF.

Quadro 1 – Situação problema da atividade 1

Em uma empresa, as pessoas de determinado setor tiveram intoxicação alimentar. O departamento de recursos humanos realizou uma investigação. Suponha que você e seus colegas fossem encarregados dessa investigação.

- Façam um esquema dos passos que vocês trilhariam para conduzi-la.
- Comparem os seus passos com as etapas do método científico.

Fonte: Autores, 2018

A partir do quadro, é possível verificar que o objetivo da atividade foi o desenvolvimento de uma pesquisa para responder à questão. Assim, uma discussão sobre o método foi gerada. Por se tratar de turma de EF, as explicações do que seria o método científico foram dadas antes aos estudantes, apontando o clássico método proveniente da ciência moderna: hipóteses; experimento; análise dos dados, rejeição ou não da hipótese; conclusão.

Os resultados dos grupos das turmas de EF foram transcritos dos esquemas feitos por cada grupo entregues ao professor e estão apresentados no Quadro 2.



Tínhamos 13 grupos formados, mas para apresentar neste artigo selecionamos cinco. A escolha se deu por razões de espaço e, ainda, porque algumas respostas se mostraram muito semelhantes; o que nos fez optar para a inserção no trabalho pelas respostas mais diversas e detalhadas. Além disso, fomos fidedignos com a transcrição das respostas; o que significa dizer que até mesmo a numeração utilizada nos textos foram os estudantes que produziram.

Quadro 2 – Respostas dos estudantes referentes a atividade 1

Grupos	Respostas
01	<p>A intoxicação alimentar pode ter vindo da massa.</p> <p>1) Investigação da cozinha e alimentos;</p> <p>2) Ir até a fábrica do alimento e analisá-lo;</p> <p>3) Investigar a validade (nada encontrado);</p> <p>5) Voltar para a fábrica e conversar com o cozinheiro;</p> <p>6) Fala do cozinheiro: Fui ajudar um amigo com um equipamento de trabalho, fui ao banheiro e acho que não lavei as mãos. Depois fui para a cozinha fazer comida, pois já estava atrasado.</p> <p>7) Investigação das mãos do cozinheiro.</p> <p>8) Resultado: as mãos do cozinheiro estavam contaminadas por ferrugem.</p> <p>9) O cozinheiro não havia lavado as mãos e por isso infectou os alimentos, a massa.</p> <p>10) Então encerramos o caso por aqui. O cozinheiro não lavou as mãos após ajudar o amigo e ir ao banheiro e contaminou a massa e causou intoxicação alimentar nas pessoas.</p> <p>11) cozinheiro Detido.</p>
02	<p>Primeiro passo, avaliar o que estava acontecendo;</p> <p>Segundo passo: Fazer um colega provar a comida;</p> <p>Terceiro passo: ver o que vai acontecer;</p> <p>Quarto passo: ver o que tem na comida;</p> <p>Quinto passo: fazer um remédio;</p> <p>Sexto passo: ver se o remédio funciona;</p> <p>Sétimo passo: o remédio funciona;</p> <p>Oitavo passo: caso encerrado.</p>
03	<p>1- Primeiro ver do que se alimentaram;</p> <p>2- ver a validade;</p> <p>3- ver onde eles compraram os alimentos;</p> <p>4- ver o estoque;</p> <p>5- ver se é um local higienizado;</p> <p>6- ver se tem certificado de higienização;</p> <p>7- aprender os produtos suspeitos;</p> <p>8- os produtos suspeitos foram feijão, batata, carne, tomate e arroz;</p> <p>9- esses produtos foram suspeitos porque fizeram parte do almoço dos funcionários.</p>
04	<p>Pode ter acontecido de todos na empresa que receberam o mesmo lanche, na hora do almoço. Após o almoço todos passaram mal. Suponho que os alimentos que a empresa esteja recebendo estejam vencidos, mas alguns deles que comeram o lanche não passaram mal.</p> <p>Porém essa hipótese estava quase certa.</p> <p>Fomos até a coleta de lixo para tentar achar os sacos de lixo da empresa onde estavam as embalagens dos lanches e sim, tinham alguns vencidos. Então</p>



	<p>comprovamos que os funcionários estavam com intoxicação por causa dos alimentos vencidos. Entramos em contato com a empresa e eles pediram desculpas. Todos os funcionários começaram a prestar mais atenção na validade de seus lanches.</p>
05	<p>Um dos funcionários da empresa estava de aniversário e fizeram uma festa, um almoço de comemoração que tinha salada de maionese. A maionese era caseira, leva ovo na receita, e os ovos usados na maionese estavam contaminados com a bactéria (salmonela). Todos os funcionários foram convidados, logo todos estavam contaminados e, como esperado, com sintomas da doença. Interrogamos os funcionários e examinamos a salada, comparamos os sintomas e chegamos a conclusão da salmonela. Indicamos tratamento por uso de fluidos e antibióticos, sempre com indicação médica.</p>

Fonte: Autores, 2018

A atividade 2 tinha como objetivo discutir com os estudantes o caráter incerto e provisório da ciência, assim como demarcar a construção dos conhecimentos ao longo do tempo. Esta proposta foi elaborada pelos autores deste artigo a partir da pesquisa de Ávila (2017). De forma geral, essa pesquisa abarca histórias sobre o corpo humano que foram construídas em diferentes culturas e épocas. A partir disso, desenvolvemos esta atividade apenas com a turma de 8º ano do EF, devido aos conteúdos estabelecidos para esta etapa do ensino: sistemas do corpo humano.

O conteúdo específico a ser explorado e desenvolvido nesta atividade foi sistema cardiovascular. Assim, desenvolvemos com os estudantes, inicialmente, os órgãos e as partes do sistema, como: coração, vasos sanguíneos (artérias, veias e capilares) e sangue; doenças que acometem o coração; e tipos de circulação (sistêmica e pulmonar). Em princípio, se observarmos a lista de conteúdos programáticos destinados aos 8º anos, veremos que estes são os tópicos a serem trabalhados pelos professores da disciplina de Ciências. Entretanto, buscamos articular estes conhecimentos – que também compreendemos como importantes para um entendimento mais amplo do funcionamento do próprio corpo – com a HFC.

Como já dito anteriormente, apoiamo-nos nas discussões de Ávila (2017) e construímos excertos de cunho histórico vinculados ao sistema cardiovascular. O quadro abaixo traz algumas passagens de como o funcionamento do coração era entendido por determinados povos e culturas; de como eram compreendidos os vasos sanguíneos; bem como o fluxo do sangue no coração e alguns órgãos que estavam articulados diretamente ao seu funcionamento.



Quadro 3. Excertos históricos sobre sistema cardiovascular referente a atividade 2

Na Antiga China, no Canon de Medicina Interna (de 2600 a.C. aproximadamente e assinado pelo Imperador Amarelo Huang Ti), encontramos registros, indicando que os chineses tinham noções da circulação do sangue no corpo, comparando-a a uma corrente que flui em círculos sem interrupção, como o fluxo de água em um rio ou a órbita de alguns astros no céu.

Os gregos antigos nos 400 a.C. dissecavam animais e compararam as diferentes partes deles com as dos humanos. Eles identificaram o coração como um músculo e como parte do sistema de vasos, e inferiram que as artérias continham ar.

Aristóteles (384 a.C – 322 a.C) considerou o coração como parte central do corpo e com uma posição privilegiada, o primeiro receptáculo do sangue, de onde procediam os vasos sanguíneos. Os vasos sanguíneos, também, seriam recipientes do sangue, e conforme se expandiam pelo corpo, se estreitavam, formando carne. Portanto, para Aristóteles, o sangue era carne em potência e esta se originava no coração a partir dos alimentos ingeridos, de forma que, o sangue fluía pelos vasos, desde o coração para o corpo, mas não retornava ao coração.

Claudio Galeno (130-210) estimou que o fígado fosse o órgão principal do processo de *sanguificação* no corpo e o encarregado de originar os vasos. Para Galeno, o sangue era produzido a partir dos alimentos no fígado e era consumido pelo corpo, constituindo os tecidos. Galeno defendia que uma das funções do coração era a distribuição do sangue, previamente purificado no fígado, para o corpo. No pensamento galênico, o sangue passa do ventrículo direito para o esquerdo através de pequenos poros, invisíveis a olho nu, que se encontravam no tabique ou septo interventricular do coração.

A Ciência Árabe associou teoria e prática na medicina, Ibn Al-Nafis (1210-1288) foi autor de numerosas obras, dentre as quais encontramos textos originais sobre medicina e comentários a trabalhos médicos gregos e islâmicos. Em um dos seus comentários, Ibn Al-Nafis realizou uma descrição da pequena circulação ou circulação pulmonar. Ele assinalou que o sangue fluía do ventrículo direito ao esquerdo do coração e seguia para o pulmão, através da artéria pulmonar, para se *clarificar e depurar*. Logo, para chegar ao ventrículo esquerdo do coração, o sangue misturava-se com ar e depois passava pelas veias pulmonares.

Fonte: Ávila, 2017. Adaptado pelos autores

Com relação a atividade 2, buscamos discutir o caráter incerto e provisório da ciência e demarcar a construção dos conhecimentos ao longo do tempo, sendo que a organizamos da seguinte maneira. Primeiro, inserimos em uma folha A4 os excertos do Quadro 3 (também dispostos em quadros para os alunos), com o seguinte cabeçalho: *Existem algumas ideias sobre o corpo humano que foram construídas em diferentes culturas e épocas. Essas histórias muitas vezes não são contadas pela ciência. Pensando nisso, leia os textos abaixo e observe as concepções sobre o funcionamento do coração e/ou do sistema cardiovascular em períodos passados. Em seguida, faça uma comparação, no caderno, entre as concepções passadas sobre sistema cardiovascular e as atuais, aprendidas em nossas aulas.* De forma resumida, os estudantes receberam, então, uma folha com os excertos históricos relacionados ao sistema cardiovascular e tiveram de comparar os conhecimentos do passado com os de nosso período histórico mais recente, trabalhados em aulas anteriores.

A fim de possibilitar uma discussão entre os estudantes, organizamos a turma em grupos. Inicialmente, eles tiveram dificuldade para entender o que exatamente era para ser realizado na atividade; por isso, tornou-se necessário uma orientação mais individualizada, explicando para cada grupo e, em alguns casos, dando exemplo de como poderia ser construída a proposta. A seguir, as duas atividades são detalhadas.

3 DISCUSSÕES SOBRE HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA POSSÍVEIS

Com relação a atividade 1, primeiramente, por se tratar de turmas de EF tivemos de apresentar o método científico moderno para, então, em momentos seguintes, ampliarmos essa concepção. Escolhemos iniciar a atividade proposta desta forma a fim de embasarmos teoricamente os estudantes, para que eles pudessem perceber como se estabeleceu a legitimidade da ciência por meio de um dos seus principais pilares: o método científico. Em meio a isso, primamos por não esboçar discussões, ao menos nesse momento inicial, concernentes à neutralidade da ciência, sobre o método como instrumento único e infalível e as verdades que foram e ainda são tomadas como universais.

Não se pode ignorar que, de um modo geral, as propostas de cunho prático envolvendo filosofia e a história da ciência são raras. Além disso, os alunos solicitam com maior frequência atividades nas quais eles possam utilizar o laboratório de Ciências, realizar experimentos e trabalhos que produzam efeitos diferenciados, com sons, cores e *fumaças*. Na contramão destas solicitações, temos pensado e recaído nossa atenção em dimensões históricas, em discussões que tirem a ciência do pedestal e a coloquem como produção humana, tocável, passível de erros e permeada por interesses.

Sabemos que não será uma disciplina escolar isolada, ou uma atividade desenvolvida em determinado dia, que irá desconstruir uma concepção *uno* de ciência em prol de um processo mais dinâmico, no qual a caracteriza de forma *multi*. Dito de outra maneira, a relação da filosofia das ciências a partir da observação dos discursos

ou da própria ciência enquanto construção histórica, que pode ser ressignificada, torna-se mais produtiva quando se tem um trabalho contínuo que envolva, dentre outros aspectos, políticas públicas no campo educacional que possibilitem ao professor desenvolver sua prática.

Ainda tratando da atividade 1, é possível perceber que os grupos não desenvolveram metodologias iguais para proceder à resolução da situação problema. Os grupos foram por caminhos diferentes. Portanto, o método desenvolvido para atingir um objetivo ou resolver uma problemática qualquer pode variar muito, mesmo em uma situação que requer conhecimentos e estratégias ditas científicas e conhecimentos biológicos. Feyerabend (2007) direciona sua atenção para o questionamento de um método universal para o trabalho da ciência e tem justamente, promovido a diversidade metodológica para a pesquisa em ciência. Ao seu olhar, tem se apresentado teorias e explicações inadequadas sobre a produção científica, pois, para ele, “a ciência é muito mais ‘descuidada’ e ‘irracional’ que sua imagem metodológica pode mostrar” (FEYERABEND, 2007, p. 220).

Muitos meandros do processo citados pelos estudantes no Quadro 2 são semelhantes – muitos pensaram em entrevistar os sujeitos contaminados, verificar as condições da cozinha ou conhecer a fonte dos alimentos contaminados – mas a ordenação dos processos e as etapas em que se desenvolveriam não foram sempre iguais. Isso nos ajuda a entender que há uma rede possível de metodologias e conceitos admissíveis no contexto científico que vivemos – semelhante ao conceito de pluralismo metodológico de Feyerabend (2007) – e que apenas pequenas variações dentro dessa rede são plausíveis. Podemos pensar aqui também nos conceitos de paradigma de Kuhn (2009), o qual pode ser entendido como campo teórico e metodológico que persiste por algum tempo e são universalmente reconhecidos nas pesquisas científicas pela comunidade de praticantes da ciência. Analogamente, estando os estudantes imersos no *paradigma* do método científico trabalhado pelo professor, assim eles buscaram as soluções para o problema dado.

Além disso, mesmo que tenham apontado procedimentos e estratégias semelhantes, as teorias ou conhecimentos biológicos necessários foram mobilizados

de forma diferente para cada uma das metodologias de pesquisa dos grupos. Essa diversidade relativa nos mostra que

o que descobrimos ao viver, experimentar, fazer pesquisa não é, portanto, um único cenário chamado 'o mundo' ou 'ser' ou 'realidade', mas uma variedade de respostas, cada uma delas constituindo uma realidade especial (e nem sempre bem definida) para os que a originaram. Isso é relativismo, porque o tipo de realidade encontrado depende da abordagem tomada (FEYERABEND, 2007, p. 362).

Em sala de aula, após as apresentações dos grupos, foi retomado o método dito científico e discutido se sempre ele é usado na mesma sequência: pergunta, hipóteses, experimentos, conclusões.

Se observarmos a atividade 1, apresentada no Quadro 2, é possível perceber também que os próprios estudantes refutam a hipótese que criaram. São pontos como estes que permitem que nós, professores, possamos explorar determinadas temáticas não usuais na Educação Básica, como a HFC. Este *gatilho* permitiu-nos discutir, primeiro, que a ciência desenvolve suposições iniciais e formula uma resposta provisória para determinada questão. Assim, reafirmamos a estrutura do método científico moderno; mas, junto a isso, questionamos a estabilidade da ciência, na medida em que não necessariamente há respostas para todas as situações, reações, manifestações dos ambientes, seres, materiais ou *fenômenos*. Não somente há limitações, mas erros e falhas, muitos de extremo impacto para a sociedade. Santos e Schnetzler (2010), neste sentido, trazem a noção de superar o mito salvacionista da ciência, uma vez que desastres ambientais e desigualdades foram e são aumentadas com o empreendimento científico.

Articulado a este trabalho com os alunos, destacamos que a experimentação no ensino de ciências é considerada por muitos como ponto-chave na aprendizagem – a pesquisa de Reginaldo et. al (2012), com professores de ciências da Educação Básica, corrobora essa afirmação. Compartilhamos da ideia de que atividades de cunho experimental podem ser consideradas lúdicas, atrativas e que permitem ampla interação entre os estudantes; entretanto, não por isso, o ensino de ciências tem de restringir-se a elas. Pensamos, justamente, que atrelada a atividades de cunho experimental, faz-se necessária a discussão, junto aos alunos, sobre as dimensões

históricas, sociais, culturais e filosóficas que estão imbricadas na própria produção do conhecimento científico.

Dessa forma, os alunos do EF, organizados em grupos na atividade 1, puderam pensar num desenho experimental – cada um a seu modo – e criaram mecanismos (ou roteiros) diversos para tentar solucionar a situação problema. Embora eles tivessem uma estrutura inicial de organização do trabalho investigativo proposto, existia a possibilidade de criar, inventar, traçar rumos não estabelecidos. Como pode ser observado no Quadro 2, existe certa pluralidade nas investigações. Muitos se utilizaram de um mesmo caminho, mas encontraram respostas distintas. Estas questões foram observadas pelo professor ao final do trabalho.

Certamente, não adentramos com estudantes de doze anos de idade na obra de Feyrabend (2007), mas todo o grupo – professor e estudantes – se colocou diante de uma empreitada na qual não foi estabelecido um caminho único e, nem mesmo, cerceou-se o trabalho investigativo através de padrões específicos.

Os alunos tinham um modelo organizacional a seguir, pautado no método científico moderno, mas os próprios estudantes perceberam que ele não é sempre igual, que os resultados e os percursos podem ser diferentes. Ou seja, existe um pluralismo no que tange ao método do trabalho científico no qual recusa a ideia de método como *receita* perfeitamente definida e infalível (GIL et al., 2001). Aproveitamos essas manifestações, também, para discutir que não existe neutralidade na ciência e chamar atenção para o fato das limitações do método e do conhecimento científico.

Em face disso, exploramos com os estudantes a não unificação da ciência em torno de uma organização sistemática comum. O que fizemos após a elaboração da atividade investigativa foi refutar qualquer possibilidade de reduzir o método científico a um único formato. Destacamos que a pesquisa científica pode ser construída sem um itinerário. Por outra via, ressaltamos aos estudantes que não é qualquer *coisa* que se caracteriza por pesquisa científica. Não objetivamos com as discussões tornar a ciência uma espécie de *vale-tudo*, mas, sim, romper com determinadas ideias que, por ventura, enclausurem a empreitada científica em um cenário singular.

A atividade 2 se caracteriza por estimular nos alunos de EF a capacidade de comparação e de análise – já que entendemos como relevante apontar algumas



comparações entre os saberes do passado e do presente. Especificamente no que tange ao sistema cardiovascular, os estudantes destacaram as seguintes diferenças: 1) o sangue como um rio que percorre todo o corpo; 2) o coração como um músculo que pulsa; 3) o fluxo do sangue que, para Claudio Galeno, passava de ventrículo para ventrículo; 4) e a ciência árabe que já tinha a noção de pequena circulação. Os alunos também se surpreenderam e sublinharam isso de forma verbal; em especial, com o tempo de certos conhecimentos, pois na antiga china e os gregos, por exemplo, datam antes de cristo.

Os estudantes conseguiram traçar paralelos, perceber similaridades entre os conhecimentos aceitos no passado e os do presente. Em diferentes momentos, tivemos de intervir em algumas discussões dos grupos, pois muitos estudantes estavam com a ideia de *certo* e *errado* – que objetivamos, desde o início da atividade, desconstruir. Ao final da atividade 2, buscamos ainda traçar uma discussão para reafirmar que esses conhecimentos do passado não podem ser tomados como errôneos, mas, sim, que a ciência se dá por construções. Os saberes produzidos na antiguidade serviram como caminho para que hoje tivéssemos outra compreensão. Além disso, destacamos entre as discussões geradas na turma, que cada período histórico produzia seu conhecimento de acordo com a *episteme* de sua época, com os conhecimentos considerados válidos em cada período. Se no período anterior à era cristã, havia aqueles entendimentos, isso se devem às teorias presentes naquele período. Essa conversa nos auxilia a demarcar que o processo de validação dos conhecimentos é constantemente revisto ao longo da história da humanidade.

Ao tratarmos, nas aulas de Ciências do EF, os conhecimentos sobre o coração ao longo do tempo, levamos em conta a necessidade de desenvolver um ensino mais reflexivo e histórico. Esse tratamento sensível ao contexto filosófico e histórico dos conhecimentos pode fazer com que os alunos considerem fatos e acontecimentos do passado como pontes, ou caminhos, que nos levaram a construir os saberes de hoje. Buscamos, assim, promover nos alunos a compreensão não somente do que existe em tempos atuais, mas também apresentar outras possibilidades de pensar, perceber e entender a construção dos conhecimentos.

Outro ponto que pode ser trabalhado com os alunos é que a trajetória da história da ciência, em se tratando de ensino, mostra-se incerta em diferentes países (MATTHEWS, 1995). A título de exemplo, nos Estados Unidos, a história da Química foi mais marginalizada do que Biologia ou Física. Em outro exemplo, no Brasil, de forma mais ampla, os estudos envolvendo elementos sobre a ciência e a tecnologia² no campo educacional são considerados um instrumento propulsor da HFC no ensino de ciências, a fim de distanciar a visão reducionista da ciência (SANTOS; SCHNETZLER, 2010). Essa natureza incompleta da ciência, ao ser explorada em sala de aula, pode demonstrar aos alunos que ela é mutável, instável, passa por transformações. O que significa dizer, também, que o empreendimento da ciência, ou do pensamento científico do presente está sujeito a modificações no futuro.

Ademais, sabemos que, ao tratar de *história* estamos, sobre um campo que é considerado pouco objetivo, tendo em vista que há interferências do historiador. Isto é, todas as questões, desde a seleção dos materiais que formarão a história de determinado *objeto*, situação ou momento – até a influência política, social e religiosa do historiador – se tornam fatores de influência no contar da história (MATTHEWS, 1995). Pela mesma esteira, entendemos que as “ciências da natureza” também se constituem dessa forma. Há, por assim dizer, seleções de resultados, dados e estratos de ambientes ou organismos vivos a serem pesquisados, por exemplo. Existem intenções, escolhas e crenças, num grau maior ou menor, que também tornam esta ciência um objeto passível de críticas, questionamentos e, em certa medida, subjetivo. Esses campos não se sobrepõem, tampouco devem ser nivelados em mais ou menos fidedignos à *realidade*. Para nós, eles se complementam e, relacionados, enriquecem o ensino de ciências pelas informações históricas.

Muito embora a atividade 2 tenha expressado de forma simplificada a história dos conhecimentos em torno do sistema cardiovascular, podemos dizer que um dos pontos principais foi desenvolver a ciência como um empreendimento mutável.

² A HFC pode ser estudada por meio de diferentes autores da história, da filosofia e da sociologia e interagir com outras áreas de estudo do campo educacional, como o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) usado como exemplo neste artigo.

Certamente, na medida em que o grau de escolarização avança o nível de complexidade também pode aumentar. Nesse sentido, Matthews (1995) coloca que:

A tarefa da pedagogia é, então, a de produzir uma história simplificada que lance uma luz sobre a matéria, mas que não seja uma mera caricatura do processo histórico. A simplificação deve levar em consideração a faixa etária dos alunos e todo o currículo a ser desenvolvido. História e ciência podem tornar-se mais e mais complexas à medida que assim o exija a situação educacional (MATTHEWS, 1995, p. 177).

Por fim, chegamos à proposição de que os estudantes podem aprender mais com atividades que permitam entender o pensamento científico, bem como questioná-lo. De modo a perceber que os resultados prontos e acabados hoje podem passar por modificações ao longo dos tempos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Retomando algumas discussões realizadas, é possível perceber o quanto atividades como as apresentadas podem promover um ensino mais comprometido tanto com questões históricas quanto filosóficas. Possibilitamos que os estudantes, mesmo ainda na transição do período da infância para a adolescência, pudessem ver e pensar a ciência enquanto construção humana, passível de erros, e o método científico como instrumento variável e questionável. Além disso, pudemos discutir e instigar, ainda mais, os estudantes a não pensarem a ciência como uma produção acabada, mas como um empreendimento construído ao longo do tempo passível a mudanças.

Entendemos como viável, em se tratando de Educação Básica, discussões que se centram na apresentação de uma ciência que possibilite diversificados resultados para suas pesquisas. Além disso, podemos desenvolver atividades práticas com o EF cujas temáticas interessem aos estudantes e, a partir destas, travar discussões sobre a natureza da ciência, na tentativa de desmistificar alguns procedimentos, conceitos e fatos científicos que são, usualmente, tomados como dados e verdades universais.



Com este trabalho, reforçamos, também, a necessidade de criarmos atividades em grupos e práticas que promovem discussões sobre a ciência e sua produção na Educação Básica. Dessa forma, é possível desmistificar a ciência enquanto campo de saber e pesquisa desenvolvido por poucas *pessoas iluminadas* e decorrente de uma metodologia única que leva sempre a verdades universais e fixas.

A partir dessa experiência e discussão, intencionamos seguir elaborando e aplicando exercícios práticos que promovam reflexões sobre a ciência, justamente por entender a relevância de um ensino constituído para além da mera memorização de conceitos, partes e funções. Ainda, reiteramos a importância de aproximar cada vez mais a filosofia e a história do contexto educacional, a fim de contribuir na formação de sujeitos críticos e reflexivos.

PETERSON FERNANDO KEPPS DA SILVA

Professor de Ciências da educação básica; mestre e doutorando em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG).

LAVÍNIA SCHWANTES

Professora adjunta da Universidade Federal do Rio Grande (FURG) no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Mestre em Educação e doutora em Educação em Ciências.

REFERÊNCIAS

ÁVILA, C. *Veias abertas: o estudo do corpo humano no ensino fundamental, a partir de uma abordagem histórico-cultural*. 2017. 137p. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro.

BACON, F. *Novum Organum: Verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza. Os pensadores*. Tradução José Aluysio Reis Andrade. São Paulo: Abril cultural, 1984, 254 p.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.; PERNAMBUCO, M. M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011. 364 p.



DESCARTES, R. *Discurso sobre o método*. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2011. 70 p.

FEYERABEND, P. *Contra o método*. 3. ed. São Paulo: UNESP, 2007. 365 p.

GIL PERES, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, São Paulo, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

IHPST. Nossa história. Disponível em:

http://ihpst.net/content.aspx?page_id=22&club_id=360747&module_id=186315.

Acesso em: 10 maio 2019.

KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. 9. ed. São Paulo: Perspectiva, 2009. 260 p.

LATOUR, B. *Ciência em ação*. 1. ed. São Paulo: UNESP, 2000. 438 p.

MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

REGINALDO, C. C. SHEID, N. J. GÜLLICH, R. I. C. O ensino de ciências e a experimentação. In: IX ANPED SUL, 2012, Caxias do Sul. *Anais...* Caxias do Sul, Universidade de Caxias do Sul, 2012. P. 01-13

SANTOS, W. L. SCHNETZLER, R. P. *Educação em Química: um compromisso com a cidadania*. 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2010. 160 p.