

História da Ciência e experimentação: perspectivas de uma abordagem para os anos iniciais do Ensino Fundamental

History of science and experimentation: Prospects for an approach to the early years of Elementary School

GRASIELE RUIZ SILVA

Universidade Federal do Rio Grande | UFRG

RESUMO Como proceder para que o ensino da Ciência tenha sentido, levando os alunos a perceberem que a sua construção não foi algo linear, sendo o que conhecemos hoje produto de diversos pensadores, os quais muitas vezes divergiam entre si? Em busca de resposta, o presente artigo apresenta uma proposta de utilização da História da Ciência para o ensino. Tal abordagem necessita de ser explorada desde o início da escolarização das crianças, pois permite que elas desenvolvam de forma gradativa, de acordo com seu nível cognitivo, um entendimento sobre o que é e como se faz Ciências. Dessa maneira, explora-se a ideia de utilizar a experimentação como um objeto didático que auxilia nesse processo.

Palavras-chave ensino de Ciências – História da Ciência – experimentação.

ABSTRACT *How to make the Science teaching meaningful in order to lead students to realize that the Science construction was not something linear, being what we know today as product of many thinkers that many times differed between themselves? Searching for an answer this paper presents a proposal of using the History of Science to teaching. Such approach needs to be explored since the beginning of children's school years, since it enables them to develop gradually, according to their cognitive level, an understanding about what and how Science is done. Thus, we have explored the idea of using experimentation as an educational object which helps this process.*

Key words *Science teaching – History of Science – experimentation.*

Introdução

As discussões acerca da importância da introdução da História da Ciência no ensino não é algo novo. Segundo Michael Matthews, há um grande movimento em busca da reaproximação entre a história e o ensino da Ciência. Ainda, consoante o autor, existe a ocorrência da inclusão de componentes de História e de Filosofia da Ciência em alguns currículos. Por exemplo, na Inglaterra e no País de Gales; nos Estados Unidos, por meio do Projeto 2061, que abrange o final do Ensino Fundamental e todo o Ensino Médio; no currículo dinamarquês; e nos currículos do PLON (Projeto de Desenvolvimento Curricular em Física) da Holanda, sendo tal movimento uma incorporação mais abrangente na abordagem do programa e do ensino dos currículos de Ciência que, como afirma o autor, incluíam o item denominado “A natureza da Ciência”.

Matthews conta também que outros movimentos foram realizados, sendo o primeiro deles a conferência internacional sobre “História, Filosofia, Sociologia e Ensino de Ciências”, realizada na Universidade Estadual da Flórida, em 1989. Além deste, destacam-se as conferências patrocinadas pela Sociedade Europeia de Física, a “A História da Física e seu Ensino” (1983, 1986, 1988 e 1990) e a “História da Ciência e o Ensino de Ciências”, conferência realizada na Universidade de Oxford, em 1987.

Ao falar a respeito dos conhecimentos que o professor deve ter, Matthews declara:

Deve ser estranho imaginar um bom professor de Ciências que não detenha um conhecimento razoavelmente sólido da terminologia de sua própria disciplina – “causa”, “lei”, “explicação”, “modelo”, “teoria”, “fato” –; ou nenhum conhecimento dos objetivos muitas vezes conflitantes de sua própria disciplina – descrever, controlar, compreender –; ou mesmo nenhum conhecimento da dimensão cultural e histórica de sua disciplina.²

Sua colocação perceber deixa claro que, nesse processo, o professor necessita mergulhar em busca da construção de seu próprio conhecimento a fim de compreender a Ciência como um processo histórico. É importante estar preparado para discutir Ciência e História com os alunos, pois só com conhecimento com referência ao tema é possível discuti-lo.

As propostas mencionadas no início deste artigo têm como ponto comum a dimensão que as mesmas dão à abordagem histórica. Todas, ou grande parte, enfocam os anos finais do Ensino Fundamental, todo o ensino médio e o superior. E quanto ao anos iniciais do Ensino Fundamental? O Ensino de Ciências começa a ser trabalhado na escola desde os primeiros anos e por esse motivo é imprescindível que a História da Ciência também faça parte dele em tal momento.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, ou seja, as Ciências Naturais, destinados aos primeiros ciclos do Ensino Fundamental, afirmam que:

[...] a História das Ciências também é fonte importante de conhecimentos na área. A história das ideias científicas e a história das relações do ser humano com seu corpo, com os ambientes e com os recursos naturais devem ter lugar no ensino, para que se possa construir com os alunos uma concepção interativa de Ciência e Tecnologia não neutras, contextualizada nas relações entre as sociedades humanas e a natureza. A dimensão histórica pode ser introduzida nas séries iniciais na forma de história dos ambientes e das invenções. Também é possível o professor versar sobre a história das ideias científicas.³

Nesse contexto, percebe-se que é direito legal do aluno ter conhecimento sobre a História da Ciência, mesmo sendo poucos os argumentos trazidos pelo documento. Ademais, no Brasil tem-se realizado mobilizações voltadas para implementar tal proposta ao ensino, tais como: as “Jornadas de História da Ciência e Ensino”, promovidas pela PUCSP, cuja primeira edição ocorreu em julho de 2007, dando início a um diálogo entre educadores e historiadores da Ciência; e o “Seminário Nacional de História da Ciência e da Tecnologia”, fomentada pela Sociedade Brasileira de História da Ciência, que busca a interlocução entre a História da Ciência e outras áreas, incluindo a Filosofia, a Educação e as áreas Científicas e Tecnológicas. O periódico *História da Ciência e Ensino* é outro exemplo das ações realizadas, uma vez que tem fomentado a utilização desse enfoque em sala de aula, fornecendo suporte teórico e didático aos professores.

Assim, será discutida a importância da História da Ciência no ensino. De que forma essa abordagem pode ser efetiva em sala de aula? E de que modo o professor pode utilizar essa como objeto didático proporcionado uma discussão desse tema? É interessante refletir ainda quanto ao fato de que a maneira como o conhecimento científico é construído por meio dos tempos aproxima-se dos processos pelos quais passa o sujeito para desenvolver sua compreensão sobre ele.

Relação entre a história e o ensino: quais os paralelos existentes?

Mas o que a trajetória da Ciência tem haver com o ensino? O que existe em comum entre o desenvolvimento da Ciência e a construção do conhecimento no sujeito? Do ponto de vista de Jean Piaget e Rolando Garcia,⁴ ambos se encontram entrelaçados. Em *Psicogênese e a História da Ciência*, os autores alegam que os processos da construção da Ciência e do conhecimento científico no sujeito passam por um desenvolvimento correlato, isto é, partem de construções baseadas em interações superficiais até chegar a uma formalização mais complexa relativamente a certo conhecimento. Um exemplo disso é a ideia que as crianças expõem ao serem perguntadas do por que uma pedra cai e a fumaça sobe? Elas têm a tendência de afirmar que é devido ao fato de a pedra ser de terra e a fumaça ser de ar, o que coincide com as explicações utilizadas na antiguidade em que Aristóteles asseverava que todas as coisas do universo tinham seu – lugar natural – determinado pela sua natureza. Com essas palavras não indicam que o padrão cognitivo seria o mesmo, mas que há uma ligação entre a evolução histórica de conceitos e as construções realizadas pelo sujeito a respeito de saberes científicos.

No referido livro, os autores exibem suas ideias por meio da discussão de concepções que cercam o sujeito e a Ciência sobre a mecânica. Eles mostram que as crianças apresentam compreensões acerca do movimento que vão ao encontro da teoria do *impetus*. Além disso, indicam que a construção do conhecimento científico percorre os mesmos níveis de desenvolvimento que os do sujeito, ao coordenarem suas ações, organizarem e reorganizarem suas estruturas até chegarem a um nível de conceitualização mais formal.

Os autores apresentam a relação entre a história do *impetus* e a psicogênese por meio de um paralelo no plano das construções cognitivas, sendo que – elas não se sucedem linearmente, mas dão lugar, estágio após estágio, a reconstruções do que precede, integrando o que se segue –.⁵ Destarte, todo o conhecimento construído tem como base uma subestrutura de ação de onde retiram o seu princípio a fim de expandi-lo em graus diversos.

*Ora, tudo o que diz respeito ao movimento e à força, incluindo em particular o – impulso – de que falam as crianças [...], suscita a formação de esquemas que constituem a subestrutura do pensamento em relação a essas noções: temos, assim, um ponto de partida comum a todos os sujeitos, seja qual for o nível intelectual, não exigindo qualquer inverossimilhança em encontrar correspondência entre o desenvolvimento desses esquemas e o das próprias ideias reflexivas, mesmo se estas ultrapassam amplamente aqueles.*⁶

Desse modo, a reconstrução de cada etapa leva a novas reconstruções, processo que permite enriquecer as estruturas. Com isso, pensa-se que as ocorrências superiores à história do *impetus* não procedem de uma simples transposição que parte das elaborações de níveis elementares, mas de um mecanismo análogo de formação que liga as quatro etapas das interpretações sobre movimento da mesma forma como – uniu os estágios inferiores aos quatro níveis da interpretação prática e em parte representativa do movimento e das suas causas, tal como foram concebidos desde a infância –.⁷

Portanto, pode-se afirmar que os estudantes, nos seus primeiros contatos com a Ciência, expõem explicações muito parecidas com as utilizadas no passado pelos que hoje denominamos cientistas. Exemplificando, Piaget e Garcia indicam os estágios que os estudantes passam com relação à ideia de movimento, são eles:

Estágio I – A teoria dos dois motores de Aristóteles (motor interno e externo). Na criança esse estágio se caracteriza por uma indiferenciação, ou seja, ela não consegue diferenciar a causa do movimento.

Estágio II – Explicação global, tendo a forma, o movimento e o impulso como fatores indiferentes. Primeira diferenciação (eliminação) do motor interno. “Correspondências mais precisas entre os movimentos, as suas condições e seus resultados”.⁸ O sujeito consegue fazer uma formulação, mas esta leva em considerações variáveis que não influenciam no movimento e/ou não têm relação entre si.

Estágio III – Teoria do *impetus*: intermediário entre a força e o movimento. A criança acredita em um poder de

“atravessar” os intermediários imóveis passando pelo seu “interior” quando um móvel é transmitido devido à sua mediação. Nesse estágio ocorrem as diferenciações mais específicas até atingir seu grau máximo. Um exemplo é a distinção entre a velocidade do impulso e o impulso da forma.

Estágio IV – Teorias pré-newtonianas, para as quais o impulso tende a se reduzir à aceleração. Nessa etapa surge na criança o princípio da aceleração, chegando a um relativo equilíbrio.

É essencial compreender que em todos os estágios passados pelo sujeito – o funcionamento da inteligência permanece o mesmo e deve constantemente reconstruir para superar, pois o progresso do saber não consiste em simples adições, mas em reorganizações que condicionam as criações –.⁹ Tal relação não acontece apenas na inteligência; durante todos os séculos da Ciência têm ocorrido várias transformações. Mathews¹⁰ afirma que – a criança de fato parece possuir uma capacidade de compreensão anterior a qualquer instrução, ou uma credulidade ingênua, que se assemelha às primeiras noções científicas, ou noções pré-científicas –.¹¹ Dessa maneira, nota-se que a História da Ciência necessita fazer parte da construção do conhecimento científico, dado que as mesmas já se encontram entrelaçadas.

Portanto, unir História da Ciência com o ensino só traz vantagens. Por meio dessa união, pode-se levar o aluno a perceber passos relevantes da construção do conhecimento, compreendendo que para chegar a um saber formalizado é necessário passar por várias etapas. Com isso, não se busca tornar o ensino uma repetição dos processos de construção das Ciências; pelo contrário, deseja-se que professor e aluno tomem conhecimento de tal fato e percebam que a Ciência não é cumulativa e linear e que os erros foram, por muitas vezes, mais determinantes para seu desenvolvimento do que os acertos.

História da Ciência na sala de aula: desafios e possibilidades

*Os estudantes devem desenvolver seu conhecimento e entendimento sobre como o pensamento científico mudou através do tempo e como a natureza desse pensamento e sua utilização são afetados pelos contextos sociais, morais, espirituais e culturais em cujo seio se desenvolvem.*¹²

Iniciar a discussão acerca da inserção de uma abordagem histórica no Ensino de Ciências com um trecho do Currículo Nacional Britânico de Ciências, de 1988, é uma tentativa de questionar por que tal mobilização ainda vem sendo pouco vista em sala de aula. As discussões relativas a trabalhar Ciências tem sido timidamente focadas na utilização de sua própria história como uma estratégia de aproximar os alunos a um conhecimento que foi desenvolvido de forma paulatina e não linear.

Na opinião de Edgar Jenkins,¹³ a tendência de introduzir a História no ensino vem aparecendo desde o século XIX no Reino Unido. Na concepção de Sebastião Ivaldo Carneiro Portela,¹⁴ a discussão relacionada a esse tema já vem buscando consolidação com Ernst Mach, no final do século XIX, o qual acreditava que o esclarecimento de um conceito se dá pela compreensão do seu desenvolvimento histórico. Mais recentemente, Mathews¹⁵ afirma que a busca por essa consolidação tem ocorrido devido à crise que o ensino contemporâneo de Ciências tem sofrido. Porém, essa “esperança” de melhorar o ensino não é à toa, pois, conforme o próprio autor, a História e a Filosofia da Ciência juntas podem tornar a Ciência mais humana e – aproximá-la dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; pode fazer as aulas de Ciências mais desafiadoras e reflexivas –¹⁶, além de permitir dar um maior significado aos conceitos trabalhados em sala de aula, na medida em que há possibilidade de compreender sua essência.

É importante salientar que a História da Ciência aqui discutida não se trata daquela “romantizada”, a qual teve em toda sua construção um caminho sem conflitos e com uma sequência de eventos perfeitamente organizada. Ao contrário, a abordagem deve voltar-se para um trabalho que mostre as dificuldades e as idas e vindas do processo de construção do conhecimento científico.

No entender de Jordi Solbes Matarredona e Manuel Josep Traver,¹⁷ a História da Ciência pode trazer grandes benefícios aos estudantes, uma vez que:

- 1 **Permite conhecer melhor os aspectos da História da Ciência.**
- 2 **Mostra uma imagem da Ciência mais completa e contextualizada.**
- 3 **Valoriza os processos internos do trabalho científico (problemas abordados, o papel da descoberta, a importância dos experimentos, o formalismo matemático e a evolução dos conhecimentos).**
- 4 **Considera aspectos externos, como o caráter coletivo do trabalho científico e as implicações sociais da Ciência.**

Outrossim, os autores afirmam que ela pode exibir uma imagem menos tópica da Ciência e dos cientistas, aumentando a participação dos alunos no processo de ensino e aprendizagem.

Na visão de Roberto de Andrade Martins,¹⁸ a História da Ciência nos mostra um desenvolvimento diferente da Ciência encontrada nos livros-texto, pois estes a apresentam de forma mais enfatizada nas teorias, nas leis e nos conceitos prontos, deixando de lado a maneira como tais coisas foram concluídas. Por esse motivo, não basta incluir a História da Ciência sem repensar no ensino e refletir qual a melhor maneira de introduzir essa abordagem. Fumikazu Saito¹⁹ ressalta que há muitas propostas associadas à utilização de softwares, à reprodução de experimentos históricos, entre outras; mas como utilizar isso?

Na visão de Osvaldo Pessoa Jr.,²⁰ existem vários tipos de abordagem histórica e cada uma delas leva a resultados distintos, a saber: internalista a longo prazo; perfil epistemológico; externalista ou social; a partir da leitura de documentos originais; internalista – aquela que “reconstrói”; instrumentos científicos – a base experimental.

A abordagem internalista a longo prazo consiste no que vemos, muitas vezes, nos livros didáticos. É o contar da história de modo linear, por exemplo: “Aristóteles dizia que... posteriormente veio Galilei que mostrou que... então Newton apresentou... por fim veio Einstein que...”, isto é, uma história composta por fatos que se completam e não oferecem contradições. No caso de um perfil epistemológico, o professor focaria de forma profunda em um determinado cientista, tal como discutir sobre Newton, pesquisando cada passo dado pelo mesmo até chegar às suas teorias quanto ao movimento. De maneira distinta à anterior, nesta abordagem o estudo se torna muito mais focado em um determinado ponto da história, buscando compreender cada detalhe que a compõe.

A abordagem externalista ou social discute todo o enredo social da época estudada, desde qual era sua realidade a quais as necessidades científicas e tecnológicas. Um exemplo seria focar na Segunda Guerra Mundial para estudar a respeito de Einstein. O quarto tipo levantado pelo autor é a que se utiliza da leitura de textos originais, como o utilizado em uma turma de 4^a série (atual 5^o ano) que foram os textos originais de Faraday para o estudo acerca da indução eletromagnética.²¹ Tem-se também a possibilidade de “reproduzir” os fatos históricos como forma de “reconstruir” os significados dos conceitos desenvolvidos com o passar do tempo. Na prática, seria como pegar uma das teorias relativa à evolução do conhecimento científico, por exemplo, a teoria de Kuhn e descrever o desenrolar da história a partir dessa concepção.

Como último tipo de abordagem histórica, tem-se a experimentação, que é a utilização de experimentos como meio de introduzir um caráter histórico. Esse mecanismo será discutido mais profundamente aqui, pois acredita-se que, além de proporcionar essa relação, a experimentação é uma ferramenta didática que possibilita ao aluno construir seu conhecimento e evoluir da mesma forma que a história nos mostra com a Ciência. Contudo, é interessante ressaltar que “embora a História da Ciência seja mediadora para a aprendizagem de Ciências, não é método de ensino, mas uma provedora de recursos que conduz à reflexão sobre o processo de construção do conhecimento científico”.²²

Nesse sentido, acredita-se que a utilização de experimentos históricos pode apresentar-se como um meio de incorporar a História da Ciência à sala de aula, expondo juntamente um novo olhar diante da sua construção. Segundo Dietmar Höttecke,²³ a utilização de experimentos históricos traz a possibilidade de entender a Ciência como um trabalho

prático que se desenvolve no laboratório, permitindo que os alunos tenham uma ideia mais significativa da importância da experimentação para a História da Ciência. Entende-se por experimento histórico aqueles que tiveram um papel essencial na construção de conceitos, leis ou teorias da Ciência.

Nesse estudo é primordial a busca por experimentos simples na sua estrutura, os quais permitam que professor e aluno façam uso dele sem grandes dificuldades, principalmente quando se trata de um ensino de 1^o a 5^o ano do Ensino Fundamental. Assim sendo, é possível concordar com Marcos C. Danhoni Neves e Arlindo Savi²⁴ quando afirmam que:

Um dispositivo experimental para o estudo de fenômenos fundamentais da natureza deve ser simples, ainda mais quando o nosso objetivo é a Educação em Ciências, porque dessa forma recuperamos a beleza e a simplicidade do fenômeno estudado. São simples: o pêndulo, a bússola, o espelho, a lente de aumento da lupa, o transistor, as engrenagens, as alavancas, etc.²⁵

Dessa maneira, o que se busca é a utilização de experimentos que sejam possíveis de se realizar e que carreguem consigo um significado histórico para a Ciência.

A experimentação: por que utilizar esse objeto didático?

Experimentar, ter um momento de experiência faz parte da constituição do sujeito. Nas palavras de José Pinho-Alves, “a experiência está fortemente ligada ao cotidiano do ser humano”²⁶, ou seja, está entrelaçado com a ideia mais comum de vivenciar alguma coisa, tendo um proceder guiado pela intuição do sujeito. Na concepção de Regina Maria Rabello Borges e Roque Moraes, “experimentar [...] é submeter à experiência; é por à prova; é ensaiar; é conhecer ou avaliar pela experiência”²⁷.

Colocar um sujeito em situação de experimentação significa permitir que ele questione seu conhecimento e o que o objeto do conhecimento que mostra. Evidencia-se, assim, um aluno que não se manifesta passivo ao seu processo de ensino e aprendizagem começar a se envolver em tal processo, interagindo com o objetivo de desenvolver seus saberes, buscando compreender o fenômeno visto e traçar significados com as estruturas que já obtém. Todavia, a experimentação tem valor pedagógico se a mesma levar a um desequilíbrio e transformações na estrutura cognitiva do aluno; caso contrário, pode se resumir a um passa-tempo sem significado educacional. O sujeito precisa sentir-se desafiado a compreender algo novo, a buscar novas informações para organizar seus esquemas de ação de forma a conseguir abstrair cada vez mais conhecimentos.

Portanto, consoante os ensinamentos de Cleci Teresinha Werner da Rosa,²⁸ o aluno vai de um sujeito passivo ao ativo, saindo da condição de “tábua rasa”, isto é, a compreensão de sujeito sem conhecimento algum, exibindo-se como sujeito portador de uma bagagem de conhecimentos, “pondo em movimento toda sua estrutura cognitiva, revendo antigas concepções pessoais, de modo a, se não substituir, ao menos, vincular a elas novos conhecimentos construídos”.²⁹ Tal processo leva o aluno a ter de refletir sobre os saberes que possui e pô-los à prova, visando a construir novos significados, novas concepções quanto à natureza que o cerca.

A importância da experimentação é também descrita por Myriam Krasilchik³⁰ ao falar que as aulas práticas despertam e mantêm o interesse dos estudantes pela Ciência, envolve-os em uma investigação científica, desenvolve a capacidade de solucionar problemas, compreender conceitos básicos e desenvolver habilidades. Pode-se dizer que, por intermédio das atividades experimentais, o sujeito se vê desafiado a buscar soluções para questionamentos que lhe são lançados, tanto pelo professor e pelos colegas quanto por si mesmo ao construir suas hipóteses. Isso, em resumo, desenvolve o próprio pensamento científico, que é um pensamento de inovação, invenção e criação.

No entanto, nos anos iniciais do Ensino Fundamental, de acordo com Paulo César Raboni,³¹ a experimentação no Ensino de Ciências é utilizada com muitas finalidades, entre as quais se salientam: levar o “concreto” para a sala de

aula, ou seja, trabalhar utilizando objetos que permitam que o aluno interaja com o real; de ilustrar a matéria, mostrando suas aplicações e suas relações com o cotidiano do aluno; tornar a aula mais interessante, mais dinâmica e, conseqüentemente, mais prazerosa para o aluno. O autor ainda ressalta o fato de não haver muitos cuidados com precisões de medidas e controle de variáveis, tirando, assim, o caráter experimental, resumindo-a a uma atividade prática. A nosso ver, essa descaracterização não é algo relevante, pois o propósito de se trabalhar tais atividades nos anos iniciais não é com a finalidade de impor aos alunos um rigor científico, mas inseri-los em uma organização de ensino que os possibilite construir, como afirma Anna Maria Pessoa de Carvalho, “os primeiros significados importantes do mundo científico, permitindo que novos conhecimentos possam ser adquiridos posteriormente, de forma mais sistematizada, mais próxima dos conceitos científicos”.³²

Dessa forma, a união da experimentação com a História da Ciência leva à possibilidade de introduzir o aluno em um ensino voltado para a construção de conceitos e o entendimento de que estes não foram desenvolvidos pelo mero acaso, de maneira linear e sem relação com a realidade de cada época. Utilizar tal abordagem nos anos iniciais se torna, assim, um grande desafio, já que, como muito enfatizado por Piaget, em tal estágio o sujeito não apresenta estruturas cognitivas que possibilitem uma formalização; entretanto, se focar em pontos mais “simples”, é possível juntar História da Ciência e ensino também nos primeiros anos do Ensino Fundamental.

Analizando a proposta: qual a diferença na prática?

Observa-se aqui a importância da abordagem histórica no ensino de Ciência, sendo ela uma forma de desafiar o aluno, tornar a Ciência mais humana, levar o sujeito a compreendê-la como algo mutável – verdade não absoluta – entre outras³³ e o papel da experimentação nesse processo. Nos anos iniciais é necessário refletir sobre quais pontos da Ciência podem ser trabalhados, já que nessa etapa busca-se introduzir a criança no mundo científico e não fazer dela um pequeno cientista.

127

Com o intuito de deixar mais clara a diferença no ensino ao se fazer uso da História da Ciência por meio da experimentação histórica, julga-se necessário organizar propostas didáticas que mostrem tal distinção. A estruturação das propostas, cada uma com dois planejamentos distintos – um com atividade demonstrativa e outro com uma abordagem histórica – , serão organizadas seguindo as orientações de Demétrio Delizoicov e José André Angotti³⁴ para os três momentos pedagógicos, que consiste na sistematização dos passos dados ao se abordar um tema em sala de aula, esclarecendo as etapas a serem realizadas no processo de ensino e aprendizagem. Deste modo, temos:

1º momento – problematização inicial: instante em que o professor busca fazer relação entre o tema a ser tratado e as situações que os alunos conhecem.

2º momento – organização do conhecimento: etapa em que se realiza a sistematização do conhecimento sob a orientação do professor a fim de desenvolver definições, conceitos e relações.

3º momento – aplicação do conhecimento: estágio em que se procura tratamento sistemático do conhecimento que foi desenvolvido pelo aluno.

Confira, agora, as propostas já anunciadas.

Newton e o Espectro de Cores (2º e 3º ano)

5 Atividade demonstrativa:

1º momento: a professora inicia a aula contando que hoje irão ver que a luz branca é composta por várias cores, as mesmas que aparece no arco-íris, que nada mais é do que a divisão da luz do Sol em seus espectros por meio das gotas d’água em um dia de chuva e Sol. Para exemplificar, a professora mostra fotos do arco-íris.

2º momento: inicia-se o experimento para que os alunos visualizem como a luz se comporta. Usando um prisma, a professora faz com que os raios do Sol passem pelo objeto que os “separa” em seus espectros: vermelho, laranja, amarelo, verde, azul, anil e violeta. Para melhorar a visualização, ela coloca uma folha branca onde as cores serão incididas.

3º momento: depois de feito o experimento, a professora entrega uma folha contendo um desenho das linhas dos raios do Sol que passa pelo prisma e pede para que os alunos pintem os raios consoante o que viram na atividade.

6 Atividade com abordagem histórica:

1º momento: a aula começa com a professora levando um texto³⁵ para ser lido com os alunos. O texto conta a história de um homem chamado Isaac Newton, um grande cientista que mostrou muitas coisas sobre a natureza para pessoas de sua época. Nele é apresentado um estranho acontecimento que Newton percebeu um dia em sua casa.

Primeiras anotações:

Estou no ano de 1666 e em meu país a peste toma conta. Outro dia fui à feira de Woolshorpe e lá comprei um prisma de vidro para utilizar como peso de papel, já que tenho muitos em minha mesa. Porém, no mesmo dia em que o levei para casa, pude perceber algo diferente. Como sempre, eu estava estudando em minha sala quando me deparei com uma bela imagem na parede, tal imagem não formava um desenho propriamente dito, mas suas cores eram lindas. Mas de onde vem essa imagem? Passei o dia analisando o que poderia haver de diferente em minha sala, e a única coisa que pude perceber foi o peso de papel. Seriam tais cores vindas do lado de fora?

Ao final da leitura, a professora pergunta se eles já viram algo desse tipo e pede para contarem em que circunstância ocorreu.

2º momento: após levantadas as experiências de cada aluno, a professora propõe que eles continuem lendo a segunda parte do texto. Nessa segunda parte é relatado que Newton ficou tão curioso para saber o que tinha ocorrido que decidiu fazer um estudo sobre o assunto.

Tenho passado os dias tentando compreender de onde vieram as cores em minha parede. Estou começando a achar que elas vieram dos raios do Sol, pois minha janela estava aberta naquele dia. Tentei fazer um experimento hoje, utilizando o meu peso de papel, o prisma, mas ainda estou analisando os resultados.

Ao final, a professora pergunta se os alunos teriam alguma ideia de o que fazer com o prisma para conseguir ver o conjunto e cores. A ideia é questionar os alunos na tentativa de que eles reflitam acerca da questão, por isso, ela irá fazer muitas perguntas do tipo: O que podemos fazer para as cores aparecerem? Como foi que elas apareceram? Será que é apenas com a luz do Sol que isso ocorre? Como a luz consegue se “transformar” em tantas outras?

3º momento: como forma de encerrar a aula, ao final das discussões, a professora propõe que façam juntos um relatório, descrevendo o problema, as ideias de Newton e as conclusões a que eles chegaram a partir a realização do experimento que o cientista também desenvolveu.

Galileu e o plano inclinado (5º ano)

7 Atividade demonstrativa:

1º momento: a professora inicia a aula contando aos alunos que eles irão estudar um pouco de Ciência e que será realizado um experimento. Ela anuncia, então, que quando largamos dois objetos da mesma altura, sendo cada um com peso³⁶ diferente, eles demoram o mesmo tempo para chegar ao chão.

2º momento: começa-se a trabalhar com o experimento. No desenvolvimento, a professora mostra os materiais que irá utilizar: três bolinhas de pesos diferentes, um plano inclinado e um cronômetro. Logo que exibido os objetos, ela pede aos que os alunos fiquem olhando atentamente no que ela irá fazer. Posteriormente, pega uma bolinha de cada

vez e mede o tempo que leva para chegar ao final do plano, indicando aos alunos que o resultado deu praticamente igual e indaga: viram? Todos caíram no mesmo intervalo de tempo.

3º momento: para finalizar, ela pede aos alunos que façam um relatório, podendo ser escrito e/ou em desenho, relatando o que viram no experimento.

8 Atividade com abordagem histórica:

1º momento: A aula inicia com a professora entregando aos alunos uma história, a qual descreve um pouco da vida do cientista Galileu Galilei. Ela lê o texto junto com a turma.

Galileu Galilei nasceu na Itália no ano de 1564. Foi um grande cientista que desafiou a igreja, a qual afirmava que o centro do Universo estava exatamente no centro da Terra. Ele, por meio de seus estudos, mostrou que na verdade é o Sol que está no centro. Além desse estudo, ele passou algum tempo de sua vida pensando sobre como os objetos se comportam ao serem largados de certa altura. Essa dúvida que vinha sendo discutida por muitos pensadores, como Arquimedes, esteve presente na mente de Galileu de forma incessante. Quem chegaria primeiro ao chão, depois de largado do alto de uma torre, um elefante ou uma formiguinha?

Após a leitura, a professora pergunta aos alunos se sabem o que é um plano inclinado. A partir das respostas, ela mostra uma imagem supostamente do plano inclinado construído pelo cientista. Posteriormente, vem a seguinte questão: corpos mais pesados caem mais rápido?

2º momento: a professora conta aos seus alunos que Arquimedes, o cientista comentado no texto, que viveu antes de Galileu, afirmava que cada corpo cai com uma rapidez³⁷ diferente. Então, para ele, o elefante cairia muito mais rápido que a formiguinha. Mas, como Galileu não aceitava essa resposta com tanta facilidade, ele pensou em um experimento que pudesse fazer com que analisasse o comportamento dos objetos. O experimento do plano inclinado foi o que permitiu ao cientista entender como os corpos se comportam. Mas o que será que Galileu percebeu em seu experimento?

Material: um plano inclinado, bolinhas de pesos diferentes e alguns cronômetros. A professora questiona: será que se largarmos uma das bolinhas várias vezes ela levará o mesmo tempo para cair todas as vezes? Depois das hipóteses lançadas, ela pede para alguns alunos soltarem as bolinhas no plano inclinado e para outros utilizarem os cronômetros para medir o tempo. Ao final ela pergunta: como foi o tempo? Tudo igual? Assim, a professora irá questionando sobre como foi feito; caso tenha dado tempos muito diferentes, pergunta o porquê; se os tempos foram iguais, questiona o que mais foi igual. Destarte, ela utilizará esse procedimento para todas as bolinhas. Posteriormente, ela pegará duas bolinhas distintas e pedirá a dois alunos que as soltem, verificando assim a rapidez de cada uma delas.

Dessa forma, a professora irá questionando seus alunos acerca das hipóteses que cada um tem. Entretanto, ao decorrer da atividade, uma “volta ao passado” vai sendo realizada com o objetivo de ir discutindo as ações desenvolvidas pelo cientista e as concepções que tinha. Uma das questões a serem tratadas é a de como Galileu chegou à ideia do experimento? E, ainda, quais foram as relações que ele viu para poder chegar nele?

3º momento: A professora reúne os alunos em um grande grupo para tentar sistematizar as conclusões a que chegaram. Ao final disso, ela lança mais um novo desafio: reescrever a história de Galileu, apresentando as questões que discutiram na aula, mas em forma de história em quadrinho.

Percebe-se que há grande distinção entre os objetivos de cada uma das atividades descritas. Enquanto o enfoque demonstrativo traz um objetivo de comprovação, em que a experimentação vem com o intuito de confirmar uma verdade enunciada pela professora, o trabalho envolto na História da Ciência propõe a construção do conhecimento e a compreensão de como os cientistas desenvolveram seu trabalho, levando à experimentação o papel de objeto do conhecimento. Trabalhar com o enfoque na História da Ciência torna a atividade mais dinâmica e reflexiva; de forma contrária, na atividade puramente demonstrativa, o aluno assume um papel de receptor e observador, um receptor que não seleciona e um observador que não pensa.

Assim, enquanto em uma atividade demonstrativa a experimentação é apenas um detalhe dispensável, naquela que busca uma abordagem histórica ela adquire um papel crucial, já que é por meio dela que se discute e constrói todo o conceito, reportando-se à maneira como este foi desenvolvido na sua gênese. Dessa maneira, é possível afirmar que a História da Ciência leva para a sala de aula uma contextualização para o ensino, um desafio para os estudantes e um trabalho de construção do conhecimento.

Se forem utilizados os conteúdos procedimentais, atitudinais e conceituais, conforme discutidos por Antoni Zabala,³⁸ como forma de analisar mais profundamente as unidades, serão constatados quais são os enfoques de cada uma de maneira mais detalhada. Porém, o que são esses conteúdos? Os conteúdos procedimentais estão relacionados às habilidades necessárias para a realização de uma atividade, por exemplo, a organização de uma tabela, a confecção de gráficos, a observação de fenômenos. Os conteúdos atitudinais são os que visam à ação do aluno com relação à cooperação, ao trabalho em grupo; em geral, foca-se nos valores, nas atitudes ou normas. Por fim, tem-se os conteúdos conceituais que são os relacionados com aqueles propriamente ditos.

A partir de tais conteúdos, pode-se perceber uma distinção ainda maior entre os dois enfoques apresentados. Na atividade demonstrativa, a experimentação expõe conteúdos estritamente conceituais, pois o professor apenas oferece uma verificação do conceito já descrito por ele, sem a necessidade de o aluno discutir ou realizar algum procedimento. Praticamente todas as ações desenvolvidas em tal ação se focam no professor, fazendo com que os conteúdos procedimentais e os atitudinais não sejam parte do planejamento da aula, visto que o aluno quase não interage no trabalho. De forma distinta, na atividade com enfoque histórico, os três conteúdos revelam-se como parte dos momentos planejados. Os procedimentos podem ser vistos no de acordo com o momento, em que se propõe a realização dos experimentos, e no terceiro, em que há a sistematização dos conhecimentos desenvolvidos; os atitudinais estão presentes desde o início da atividade, ao tentarem se organizar para que todos possam falar ou realizar uma tarefa, até na organização do relatório; e os conteúdos conceituais são discutidos nos dois últimos casos, já que se busca a construção de um conhecimento e a organização do mesmo nas duas etapas. Igualmente, vê-se que o último enfoque busca envolver mais o aluno no processo de ensino e aprendizagem, desenvolvendo seu conhecimento, seu saber fazer e sua postura diante do ensino.

Com isso, a diferença entre tais enfoques pode ser resumida a partir da tabela 1, que exhibe pontos a serem analisados em cada planejamento.

Tabela 1 – Distinção entre atividades demonstrativas e históricas

	ATIVIDADE DEMONSTRATIVA	ATIVIDADE COM ABORDAGEM HISTÓRICA
Enfoque	Demonstração	Construção
Tipo de experimentação	Demonstrativa	Histórica
Objetivo	Comprovação de conceitos, leis e teorias	Construção de conceitos, leis e teorias
Papel do professor	Transmissor	Questionador
Papel do aluno	Receptor e observador	Investigador e pesquisador
Conteúdos trabalhados	Conceituais	Conceituais, procedimentais e atitudinais
Epistemologia de ensino	Empirista	Construtivista

Dessa forma, comprova-se que um enfoque histórico no Ensino de Ciências não modifica apenas o desenvolvimento de uma aula, mas todo o seu resultado. O papel questionador do professor e a postura investigativa e pesquisadora do aluno são peças-chave para a elaboração de saberes e o desenvolvimento do conhecimento no sujeito. Tal resultado vai ao encontro das ideias construtivistas que encaram o ensino e a aprendizagem como um processo de interação entre professor e aluno, sendo essa mútua ação a única maneira de se organizar um conhecimento.

Considerações finais

No desenvolvimento deste artigo, foi discutida a importância da História da Ciência no ensino e da utilização da experimentação para a introdução de tal abordagem. Esse enfoque não pode ficar restrito para os anos finais do Ensino Fundamental, Ensino Médio e Superior, devendo abranger todos os níveis de ensino. É nos anos iniciais que os sujeitos têm o primeiro contato com a Ciência. É nessa etapa que começam a construir os primeiros significados, sendo parte deles a história na qual os mesmos foram desenvolvidos.

A História da Ciência não serve apenas para enfeitar uma aula, mas para transformá-la em uma busca pela construção do conhecimento. Sua introdução, para que tenha um valor efetivo, exige uma postura diferente do professor e do aluno. É essa modificação que permite que os benefícios de tal enfoque sejam alcançados e que o ensino passe a ter como objetivo o desenvolvimento do conhecimento.

Estudou-se, também, a importante contribuição do experimento histórico no ensino. Por meio dos planejamentos apresentados, compreendeu-se que há grande diferença na maneira em que uma aula é desenvolvida conforme o enfoque. O experimento histórico leva uma atividade a se tornar mais focada na construção do que na comprovação de conceitos, leis ou teorias. Além do mais, permite que os alunos se envolvam com as discussões realizadas na época em que foram utilizadas inicialmente, sendo possível discutir uma Ciência que se transforma e que continua intrigando muitos pensadores.

Portanto, é extremamente relevante a utilização da História da Ciência e de experimentos históricos para o ensino. Trabalhar em todas as etapas da educação com tal tipo de enfoque garante que o sujeito compreenda efetivamente o trabalho científico e a maneira pela qual a Ciência, dos dias atuais, foi construída, desmistificando a ideia de conhecimento linear ainda tão presente no ensino.

Notas e referências bibliográficas

Grasiele Ruiz Silva é professora da Faculdade Anhanguera do Rio Grande (FURG); mestre em Educação em Ciências – FURG; licenciada em Física – FURG e membro do Núcleo de Estudos em Epistemologia e Educação em Ciências – NUEPEC. E-mail: ruiz.grasi@gmail.com

- 1 MATTHEWS, Michael. History, philosophy, and science teaching: the present rapprochement. *Science & Education*, v. 1, n. 1, p. 11-47, 1992.
- 2 Idem, op. cit., p. 188.
- 3 BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros curriculares nacionais: Ciências naturais*. Brasília: MEC/SEF, 1997. p. 27.
- 4 PIAGET, Jean; GARCIA, Rolando [1983]. *Psicogênese e a História da Ciência*. Tradução de Giselle Unti. Petrópolis: Vozes, 2011.
- 5 Idem, op. cit., p. 100.
- 6 Idem, op. cit., p. 100.
- 7 Idem, op. cit., p. 101.
- 8 Idem, op. cit., p. 112.
- 9 Idem, op. cit., p. 115.
- 10 MATTHEWS, Michael. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, dez. 1995, v. 12, n. 3, p. 164-214.
- 11 Idem, op. cit., p. 179.
- 12 NCC (National Curriculum Council). *Science in the National Curriculum*. New York: NCC, 1988. p. 113.
- 13 JENKINS, Edgar. History of Science in schools: retrospect and prospect in the U.K. *International Journal of Science Education*, 1990, v. 21, n. 4.
- 14 PORTELA, Sebastião Ivaldo Carneiro. *Uso de casos históricos no ensino de Física: exemplo em torno da temática do horror da natureza do vácuo*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) ? Brasília: Universidade de Brasília, 2006.
- 15 MATTHEWS, Michael, op. cit., 1995.
- 16 Idem, op. cit., 1992, p. 165.
- 17 SOLBES MATARREDONA, Jordi; TRAVER, Manuel Josep. Resultados obtenidos introduciendo Historia de la Ciencia en las clases de Física y Química:

mejora de la imagen de la Ciencia y desarrollo de actitudes positivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 2001, 19(1), p. 151-162.

- 18 MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução: a História das Ciências e seus usos na educação. In: SILVA, Cibelle Celestino (Org.). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para ampliação no ensino*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. XVII-XXX.
- 19 SAITO, Fumikazu. História da Ciência e Ensino: em busca de diálogo entre historiadores e educadores. *História da Ciência e Ensino: construindo interfaces*, 2010, v. 1, p. 1-6.
- 20 PESSOA JR., Osvaldo. *Quando a abordagem histórica deve ser usada no Ensino de Ciências?* Ciência & Educação, São Paulo, 1996.
- 21 MONTENEGRO, A. G. P. de M.. A Leitura de Textos Originais de Faraday por Alunos do Ensino Fundamental. *Anais do IX EPEF*. 2004.
- 22 SAITO, Fumikazu, op. cit., p. 4.
- 23 HÖTTECKE, Dietmar. Wow and what can we learn from replicating historical experiments? A case study. *Science & Education*, 2000, v. 9, p. 343-362.
- 24 NEVES, Marcos C. Danhoni; SAVI, Arlindo (Org.). *De experimentos, paradigmas e diversidades no ensino de Física: construindo alternativas*. Maringá: Editora Massoni, 2005.
- 25 Idem, op. cit., p. 20.
- 26 PINHO-ALVES, José. *Atividades experimentais: do método à prática construtivista*. Tese (Doutorado em Educação), Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- 27 BORGES, Regina Maria Rabello; MORAES, Roque. *Educação em Ciências nas séries iniciais*. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1998. p. 30.
- 28 ROSA, Cleci Teresinha Werner da. *A metacognição e as atividades experimentais no ensino de Física*. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica), Santa Catarina: Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.
- 29 Idem, op. cit., p. 134.
- 30 KRASILCHIK, Myriam. *Prática de ensino de Biologia*. 4. ed. São Paulo: Edusp, 2004.
- 31 RABONI, Paulo César. A. *Atividades Práticas de Ciências Naturais na Formação de Professores para as Séries Iniciais*. Tese (Doutorado em Educação), Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2002. 183 p.
- 32 CARVALHO, Anna Maria Pessoa de; VANNUCCHI, Andréa Infantes; BARROS, Marcelo Alves; GONÇALVES, Maria Elisa Rezende; REY, Renato Casal de. *Ciências no Ensino Fundamental: o conhecimento físico*. São Paulo: Scipione, 1998. p. 12.
- 33 MATTHEWS, Michael, op. cit., 1995.
- 34 DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André. *Metodologia do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez, 1992.
- 35 O texto aqui apresentado é de produção dos autores.
- 36 Cientificamente, referencia-se à ideia de massa.
- 37 Utiliza-se o conceito de rapidez, já que se busca introduzir os conceitos aos poucos, e a concepção de velocidade exige uma formalização maior de conhecimento.
- 38 ZABALA, Antoni. *A prática educativa – como ensinar*. Porto Alegre: Artmed, 1998.

[Recebido em fevereiro de 2012, aprovado para publicação em março de 2012]