

A HISTÓRIA DAS REVOLUÇÕES NOS CAMPOS DA BIOLOGIA E FÍSICA E SUAS POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES PARA A EDUCAÇÃO ESCOLAR EM CIÊNCIAS

Marcelo D'Aquino Rosa

Programa de Pós-grad. Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática (PECIM)
Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP
marcelodaquino87@gmail.com

Carla Nayelli Terra

Programa de Pós-grad. Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática (PECIM)
Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP
carla.nayelli@gmail.com

Resumo

Alguns episódios na história da Biologia e Física foram determinantes para o que conhecemos hoje e influenciam diretamente nas questões do ensino destes componentes curriculares. No campo das Ciências Biológicas e Físicas temos alguns episódios cruciais para as mudanças do pensamento científico, permeados por debates entre diferentes correntes, sendo que as mudanças de paradigmas envolveram questões de natureza política, social, filosófica e/ou religiosa. O objetivo deste texto é debater alguns destes episódios na história da Biologia e da Física, como as questões relacionadas ao evolucionismo, à origem da vida e à relatividade especial. Ao final, refletimos o quanto essa problemática é reduzida e simplificada nas questões referentes ao ensino de Ciências e como a História, Filosofia e a Sociologia da ciência poderiam ser melhor trabalhadas a partir da formação de professores para uma quebra destas visões reduzidas e empobrecidas na educação escolar.

Palavras-chave: História da ciência; Evolucionismo; Origem da vida; Física moderna e contemporânea.

Introdução

Ao longo dos últimos séculos, a ciência e o conhecimento científico passaram por algumas reviravoltas e o que se conhecia foi transformado com base em descobertas e renovações de ideias e teorias nos campos da Biologia e Física. As revoluções e (re)descobertas na ciência ocorreram com grande intensidade a partir do movimento iluminista, trazendo o ser humano para o centro do conhecimento.

No campo das Ciências Biológicas, antigamente chamadas de História Natural, as ideias referentes à origem e transformação da vida sofreram substanciais alterações com

base nas descobertas e experimentos científicos realizados por alguns nomes que até hoje estão marcados no ensino escolar dessa disciplina. Comumente vemos nos livros didáticos e apostilas de Ciências ou Biologia os nomes de Francesco Redi, Louis Pasteur, Jean Baptiste Lamarck, Charles Darwin e Alfred Russel Wallace.

Um possível problema na abordagem destes tópicos no ensino da Biologia é que, na grande maioria dos casos observados, as questões discutidas ficam retidas às descobertas dos cientistas e suas teorias formuladas enquanto um produto final. Não há menções às inspirações de Darwin nas ideias de Lamarck ou as mesmas são mostradas de forma extremamente simplificada e descontextualizada. Já outros nomes igualmente importantes, como o do cientista francês Pouchet, são comumente esquecidos ou relegados a um segundo plano, reduzindo a Biologia apresentado a um campo de conhecimento cujo crescimento foi contínuo, linear, sem rupturas, crises ou troca de conhecimento entre diferentes correntes de pensamentos. Esta, conforme veremos adiante, é uma visão bastante deturpada de ciência e de trabalho científico, segundo Gil-Pérez e colaboradores (2001).

Já ao se tratar da Física, podemos compreendê-la dividida em três partes, a Física clássica, moderna e contemporânea (DOMINGUINI, 2012; OSTERMANN; RICCI, 2002). A grande reviravolta desta área de estudo é entendida pela passagem da física clássica para a moderna. Isso ocorre devido às grandes mudanças de pensamento científico que ocorrem da Física Clássica para a Física Moderna e Contemporânea (FMC).

A abordagem de temas relacionados à FMC na escola ainda é muito escassa. A Física Clássica compõe grande parte do currículo deste componente, deixando os conteúdos da FMC para o último ano e semestre do Ensino Médio (EM). Isso acarreta em alguns obstáculos para a inserção de tal temática, como por exemplo, a grande quantidade de conteúdos a serem “vencidos” nesta etapa escolar, em conjunto com as poucas aulas destinada a Física. Além disso, a não inclusão da temática para o EM se decorre por outros fatores, como: professores que não tem formação específica em Física; insegurança dos professores em abordar os temas de FMC; a não expressividade de questões em vestibulares sobre FMC; etc. (D’AGOSTIN, 2008; OSTERMANN; MOREIRA, 2001).

No entanto, se tal temática foi um grande passo para a ciência, mais especificamente para a Física, não abordar FMC na Educação Básica (EB) pode deixar o ensino de Ciências de certa forma deficitário, pois muitos dos temas que a FMC engloba, explicam muitos fenômenos com os quais temos contato no cotidiano. Os conceitos de FMC explicam as muitas notícias que são abordadas nos telejornais e meios de comunicação de nossa sociedade, abordam sobre o funcionamento de alguns dos aparatos

tecnológicos que utilizamos em nosso dia-a-dia, bem como tratam de muitos temas envolvidos em filmes e livros de ficções científicas.

Ao defenderem a implementação da FMC na escola através do EM, Pinto e Zanetic (1999) colocam que o ensino de Física, ou de qualquer outra área do conhecimento, não deve ser abordado sob uma perspectiva. O ensino de Física, em sua maioria, é pautado na resolução de exercícios, com característica matematizada, e segundo os autores, isso pode afetar o diálogo com os estudantes, e, ainda, afirma que o conhecimento físico deve ser considerado uma construção humana.

Almeida e Pagliarini (2015) acreditam que o trabalho com diferentes estratégias de ensino pode proporcionar ao ensino de Física uma formação cultural relacionada à ciência. Portanto, acreditamos que a utilização de História e Filosofia da Ciência (HFC) nas aulas poderá trazer aos alunos esse entendimento da ciência como construção humana, não dissociada da sociedade em que está inserida.

Essa nossa compreensão da utilização da HFC nas aulas de Ciências se reafirma na fala de Matthews (1995, p. 165), quando o autor aponta que “a história, a filosofia e a sociologia da ciência [...] podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade [...]”. O autor também coloca que a abordagem pela HFC pode contribuir para a superação da falta de significação nas aulas de Ciências. Sendo assim, acreditamos que a abordagem por meio da HFC pode contribuir na implementação de conteúdos relacionados à FMC, uma vez que estes conteúdos são pouco abordados na escola e no EM.

Em que pese o fato dos materiais didáticos apresentarem certa concepção de currículo para determinada disciplina escolar (LOPES; MACEDO, 2011) ou mesmo estas áreas de conhecimento como a Biologia e a Física se constituírem em um currículo modelado pela ação dos professores (GIMENO SACRISTÁN, 2000), é nos materiais didáticos e na educação escolar que estão presentes a história de vida destes cientistas, sendo suas descobertas narradas em tom de grandes acontecimentos. É ainda na educação escolar em Ciências no Ensino Fundamental e nas disciplinas específicas – Biologia, Física e Química – no EM que os estudantes são muitas vezes apresentados aos nomes de cientistas que cumpriram importante papel na história da Ciência.

Outro potencial problema dos livros didáticos, um material amplamente utilizado para os processos pedagógicos nas escolas até os dias atuais (ISSITT, 2004), é o enfoque muito grande desses materiais nas questões conceituais e dos conteúdos, enquanto fatores como o método científico ou a história da ciência acabam ficando deslocados ou em

segundo plano (BINNS; BELL, 2015). O estudo de Ferrari, Leite e Delizoicov (2001), por exemplo, apresenta um exemplo em que Gregor Mendel é abordado como o “pai da genética”, um herói solitário que realizou extraordinárias descobertas científicas. Essa seria uma visão deformada de ciência com grande potencial para ser reproduzida erroneamente ao se ensinar Biologia.

Consideramos pela razão supracitada que se constitui em importante fator que os estudantes de nível Fundamental ou Médio possam ter acesso à história destes cientistas e suas descobertas, pois acreditamos em uma ciência que não possa ser considerada neutra socialmente, ahistórica, acrítica ou atórica (GIL-PÉREZ et al., 2011; PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007). Este é um dos fatores que, quando ocorre na prática dos professores, pode influir negativamente no ensino das Ciências em âmbito escolar, (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

Ao analisarem a abordagem da natureza da ciência nos conteúdos referentes à FMC nos livros didáticos de Física, Monteiro e Nardi (2008) não identificam menções sobre o desenvolvimento de FMC com o contexto social externo. Quatro dos seis livros didáticos de Física analisados por eles possuíam algumas menções aos precursores da temática, contudo, não explanavam as construções coletivas da ciência.

Podemos compreender este tipo de abordagem como uma das visões deformadas da ciência, que, segundo indicam Gil-Perez et al. (2001), uma delas é a visão individualista e elitista da ciência, no qual esta é tratada como obra de gênios isolados. Os autores colocam que esse tipo de abordagem pode transmitir aos alunos a ideia de que o trabalho científico é individual e excludente, pois na maioria dos casos é apresentada como um papel masculino e de elite social. Além disso, estas menções poderão trazer “[...] impedimentos para que estudantes deste nível de ensino construam uma visão mais atual acerca da natureza da ciência.” (MONTEIRO; NARDI, 2008, p. 10).

Acreditando que a história da ciência tenha um importante papel no ensino destes componentes curriculares, o objetivo deste artigo, em formato de ensaio teórico, é desvelar algumas ideias a respeito de pensamentos e experimentos que são considerados chave nas áreas da Biologia e da Física. Igualmente, queremos debater brevemente acerca das contribuições históricas de trabalhos dos cientistas discutidos neste texto.

A transformação das áreas de conhecimento da ciência com base em alguns eventos e suas implicações para o ensino

O estudo das questões relacionadas à História, Filosofia e Sociologia (HFS) do conhecimento científico e das mudanças paradigmáticas no campo da ciência nos currículos escolares pode ser uma prática positiva, uma vez que já vem contribuindo para a aprendizagem das Ciências em alguns países do mundo (MATTHEWS, 1995). No ensino de alguns componentes curriculares e, por consequência, nos materiais didáticos brasileiros, vemos que este fator ocasionaria potencial melhora na educação escolar, uma vez que ainda são reproduzidas muitas questões reduzidas e/ou distorcidas de episódios que ocorreram no campo da Ciência, mesmo nos dias atuais.

No campo da Biologia existem dois exemplos clássicos de rupturas com visões ingênuas e simplistas das Ciências que antes eram tomadas como verdades inquestionáveis, a saber: as mudanças de paradigma (KUHN, 1997) sobre as teorias de origem da vida e da evolução. Embora estas ideias sejam tratadas de maneira bastante superficial nos materiais didáticos (e no ensino de Ciências em geral), há que se questionar quais eram os fatores históricos, científicos, filosóficos e políticos do momento que permearam estes dois grandes debates no ramo da História Natural¹.

As ideias evolucionistas defendidas por Darwin e Wallace, por exemplo, foram inicialmente rechaçadas e ridicularizadas por irem de encontro aos dogmas do Cristianismo, rompendo com os ideais fixistas e criacionistas da Igreja e derrubando o princípio da imutabilidade dos seres vivos (FREITAS, 1998). A biografia de Darwin possui um salto de muitos anos entre o término de sua viagem no *Beagle* (expedição determinante para formulação de sua teoria sobre a seleção natural) e a publicação de sua obra “A origem das espécies”, em 1859.

Este grande intervalo seria explicado, em parte, por uma possível relutância em publicar suas ideias por uma formação religiosa e teológica forte anterior aos estudos sobre evolucionismo. Martins (2009) ainda salienta que Darwin, embora crente nas ideias evolucionistas e da seleção natural, não defendeu de maneira explícita nenhum ponto de vista a respeito da origem da vida, preferindo se referir a este fenômeno como mero “sopro” que deu origem a um ancestral comum de todos os demais seres vivos atuais, fator que ajuda a reforçar o fato da crença religiosa de Darwin na Inglaterra do século XIX.

¹ Para todos os efeitos, era assim que o campo da Biologia era conhecido no século XIX e início do século XX, época em que ocorreram estes fatos.

Ainda segundo Freitas (1998), a própria discussão sobre a origem da vida iniciou-se em outros campos como a Filosofia e a Teologia e só depois chegou ao trabalho dos naturalistas, sendo que nesse sentido o francês Jean Baptiste Lamarck foi o cientista pioneiro, inclusive influenciando muito dos pensamentos evolucionistas do próprio Charles Darwin. Além das ideias de Lamarck, o geólogo Lyell também teria influenciado muito o naturalista inglês na formulação das ideias evolucionistas.

Já próximo ao período das publicações a respeito das teorias evolucionistas e da seleção natural, ganha destaque a figura de Darwin. Embora o mesmo tenha trocado muitas cartas com Wallace a respeito de suas ideias e ambos tenham apresentado juntos suas teorias, a figura do primeiro aquele é muito mais lembrada e presente no ensino de Biologia do que o segundo. Papavero e Santos (2014, p. 177-178) abordam a questão por um viés muito interessante ao fazerem a reflexão de que

Passados mais de 150 anos da publicação conjunta de Darwin e Wallace, este último, apesar de ter intuído a seleção natural e a origem das espécies mais rápida e detalhadamente que Darwin, ainda permanece relegado a um plano secundário na história das ciências. Muito do que vemos hoje em relação ao estrelato de Darwin e o anonimato de Wallace pode ser explicado pela indústria acadêmica que gira em torno da figura de Darwin. Entretanto, parte da resposta a esse fenômeno também pode ser encontrada na maneira pouco atenta com que estudantes, professores e pesquisadores têm estudado a história do evolucionismo.

Além do fator atribuído acima pelos autores, consideramos também que Darwin ganhou um reconhecimento maior justamente pela publicação de sua obra “A origem das espécies”, em 1859, um livro tido como referência aos evolucionistas até os dias atuais. Já Wallace, por outro lado, por não ter publicado uma obra desta magnitude, acabou sendo relegado ao segundo plano em seu contexto histórico.

Já na mesma época, em meados do século XIX ocorriam paralelamente na França alguns estudos e experimentos a respeito das teorias sobre a origem da vida, ficando evidente o embate entre a abiogênese e a biogênese². Embora os livros didáticos de Ciências abordem a questão por um ponto de vista pautado em reducionismos e visões ingênuas, estudos mostram que o embate entre os dois campos de visão sobre a origem da vida não foi tão simples e direto como se é apresentado nos materiais didáticos.

² A título de contextualização, a abiogênese era uma corrente que defendia que a vida poderia originar-se “do nada” ou de uma matéria não viva qualquer, enquanto a biogênese defendia que a vida só poderia originar-se de onde já houvesse vida anteriormente, ou seja, um ser vivo só poderia ter origem a partir de outro ser vivo.

Martins (2009) apresenta os estudos de Pouchet, cientista contemporâneo de Pasteur que realizou experimentos semelhantes aos deste, obtendo resultados diferentes e que endossavam as ideias acerca da geração espontânea (abiogênese). A diferença entre os experimentos de ambos, no caso, estava nos meios de cultura (“alimento” dos microrganismos) utilizados nos dois estudos. Dessa forma, a briga entre as duas correntes de pensamento alongou-se por bastante tempo no contexto da época e permanece até os dias atuais, de certa forma, pois as ideias referentes à abiogênese vão ao encontro de um pensamento religioso e fixista, que supõe a criação de todas as formas atuais de vida por um criador ou ser superior.

Este é um perigo que verificamos ser potencialmente danoso nas Ciências, ainda mais quando se apresenta desta forma em materiais didáticos, pois tende a se refletir na própria prática e forma de ensino dos professores. Os livros didáticos e materiais apostilados, em geral, começam a trabalhar este conteúdo pelos experimentos de Redi (acesso das moscas aos frascos de alimentos) e posteriormente de Pasteur (caldo nutritivo), alertando o público leitor que ambos conseguiram derrubar de maneira inegável a teoria da abiogênese, sendo que esta não é uma verdade absoluta. Martins (2009) chega a tratar esta forma de abordagem de “pseudo-história”, pois estes materiais reduzem mais de 2000 anos de discussões e embates na área a alguns poucos nomes e parágrafos, incorrendo em um reducionismo perigoso e cheio de imprecisões e falsas informações. O autor ainda termina em seu trabalho evidenciando que as ideias de Louis Pasteur ganharam ênfase na França do século XIX por questões políticas e religiosas, uma vez que o país sofreu um golpe de Estado em 1851 e a Igreja voltou a ter grande poder sobre a população francesa.

Em que pesem estes fatores sociais de natureza política, filosófica e/ou religiosa, quando transpomos os problemas referentes ao ensino da temática referente ao evolucionismo e à origem da vida aos dias atuais, ainda assim nos deparamos com questões delicadas enquanto educadores. As religiões de matriz cristã, como o catolicismo e o protestantismo fazem corrente contrária às ideias biológicas referentes a esta temática, constituindo um verdadeiro nó na (já árdua) tarefa docente. Como professores das áreas de Ciências, acreditamos que toda e qualquer temática referente ao conhecimento científico deva ser abordada em sala de aula, concordando com o ponto de vista de que se configura um problema muito maior para o ensino quando “Ocorre que muitos professores, até mesmo os de Ciências e Biologia, fogem do assunto, omitindo-se a respeito de seu posicionamento sobre a origem e a diversidade da vida, o que se configura em grave

problema, considerando que a escola pública, assim como o Estado, é laica [...]” (SILVA; PIGNATA, 2014, p. 111)

Sendo a escola uma instituição laica, assim como Estado brasileiro, consideramos que o ensino dessas temáticas deveria ser incluído e abordado pelo viés biológico e científico, reforçando o respeito e a consideração às crenças religiosas de cada sujeito, uma vez que no Brasil a liberdade de expressão religiosa também é assegurada a todos os indivíduos. Acreditamos ainda que essa abordagem para o ensino de Ciências possa reforçar uma visão não-dogmática de ciência, apresentando-a como uma área de conhecimento em constante transformações, inacabada e influenciada pela atividade das pessoas.

Ainda, Greca e Freire Jr. (2004) mencionam a importância de se evitar que certas visões e concepções rígidas, deformadas e socialmente neutras de ciência sejam tomadas como verdades absolutas e questões comuns no ensino das Ciências. Na educação escolar, em nosso ponto de vista, apresentar o lado “humano” dos cientistas contribui para que os estudantes que cursam as disciplinas de Ciências se interessem e tenham envolvimento com os conteúdos referentes à Biologia e Física, por exemplo.

Se tratando especificamente do componente curricular Física, ao analisarmos a trajetória de Einstein, em sua teoria da relatividade restrita, ou especial, notamos que esta apresentou algumas contribuições, quebras de paradigmas e mudanças conceituais para a área. Destacar esses pontos na história traz aos estudantes a percepção de que a ciência, e a HFC, assim como diz Forato (*apud Brito et al*, 2014, p. 215), “não é uma simples história de gênios descobridores de leis e teorias, as quais são tidas como absolutas e eternas; de indivíduos alheios ao resto da comunidade científica, das questões econômicas, filosóficas, religiosas, alheios a sociedade como um todo”.

Deste modo, buscamos através da abordagem em controvérsias e contribuições no meio científico, explicitar o caminho que levou Einstein a formular sua teoria da relatividade restrita. Compreendemos esta como um dos pontos importantes na virada do pensamento científico, em especial, da Física Clássica para a Física Moderna.

Segundo Renn (2004), os estudos em relação aos problemas de fronteiras na Física Clássica concretizam a mudança da Física Clássica para a Moderna. Um destes problemas de fronteira encontra-se entre a mecânica e o eletromagnetismo, e é denominada como a eletrodinâmica dos corpos em movimento, na qual se desenvolveu a teoria da relatividade

especial. Este assunto já havia sido tratado anteriormente por físicos como Hertz, Larmor, Abraham e Lorentz (MARTINS, 2005).

A trajetória de Einstein começa por suas experiências experimentais, onde buscava compreender a eletrodinâmica dos corpos em movimento em função do éter (RENN, 2004). Nesta época, Einstein acreditava que existia um meio, chamado éter, no qual a Terra se movimentava. Esta crença se decorria de acordo com os conceitos físicos aceitos naquela época (EINSTEIN, 1982), portanto, toda a sua fase de experimentação se decorria por meio desta hipótese.

Em suas notas autobiográficas, Einstein (1982, s/p) declara seu fascínio pelo “[...] contato direto com a experiência [...]”. Esse contato ocorreu devido ao seu trabalho no laboratório de física, durante seu período no Instituto Politécnico de Zurique, quando cursara matemática e física.

Os esforços experimentais de Einstein ocorreram até 1901, e, ao final desta fase, ele passou a descartar a existência do éter neste problema (RENN, 2004). Para Arruda e Villani (1996):

[...] a razão fundamental para o abandono do éter não foi somente o “insucesso” das experiências sobre o movimento em relação ao éter, mas teve também origem em outros problemas que a teoria eletromagnética vinha enfrentando que o levaram a propor a hipótese do quantum de luz, cuja consequência imediata era dar realidade independente à radiação. (p. 39)

Einstein, não mais pensando na ideia do éter, passa para a fase de teorização, segundo Renn (2004, p. 32), onde ele busca uma “[...] fundamentação conceitual de toda a física, que ele espera encontrar no atomismo interdisciplinar”. Esta fase ocorre entre 1900 e 1905, e nela, ele decide trabalhar em uma teoria corpuscular da radiação, o que ia de encontro à teoria ondulatória da luz que era aceita até então.

Este olhar, o permitiu encarar um grande número de problemas sob outro ponto de vista. Experimentos, teoria e descobertas de nomes como Max Planck, Galileu, Rontgen, entre outros cientistas, foram, deste modo, parte do pensamento desta fase de Einstein, no qual buscava as interpretar com esse novo olhar. No entanto, essa sua teoria corpuscular o levava a um caminho sem saída, pois ainda não estava bem fundamentada (RENN, 2004).

Chegamos então, ainda de acordo com Renn (ibid), a sua última fase, a fase da reflexão, na qual Einstein reinterpreta a teoria de Lorentz. Nesta teoria, Lorentz explica todos os fenômenos da eletrodinâmica de corpos em movimento, nela “o éter era um

conceito central e as novas variáveis para o tempo e o espaço apenas grandezas auxiliares” (RENN, 2004, p. 34).

Esta reinterpretação dada por Einstein foi de que, enquanto os físicos (como exemplo Lorentz, Poincaré, entre outros) da época acreditavam na existência do éter, ele por outro lado abandonara esta ideia, negando sua existência (MARTINS, 2005). Em sua teoria da relatividade restrita, o éter não teria nenhum papel, e o tempo e o espaço passariam então a ter um papel principal. Para ele, o princípio da relatividade e a constância da velocidade da luz eram igualmente importantes.

A reflexão sobre todo o embasamento teórico por trás do pensamento de Einstein, para Renn (2004), pode ter começado com as conversas que ele tinha com seu amigo Bessa. Este amigo de Einstein era engenheiro e não tinha domínio da Física, porém, os dois sempre discutiam sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento.

Dentre essas discussões, surgiram perguntas de Bessa que levou Einstein a refletir sobre alguns problemas sobre sua hipótese, e, neste ponto, ele se amparou nas leituras sobre filosofia em que havia estudado no seu grupo de leitura em Berna, fazendo-o refletir e utilizar estas referências em seu pensamento. Neste momento, Einstein passa a ter como hipótese que “[...] a velocidade da luz, independentemente do movimento do referencial, deveria permanecer a mesma [...]” (RENN, 2004, p. 35).

Vale destacar que destas leituras de filosofia da ciência “a crítica de Mach às concepções de espaço e tempo absolutos de Isaac Newton” (MARTINS, 2005, p. 26) teve uma grande influência sobre Einstein. Portanto, destes pensamentos se origina seu trabalho sobre a relatividade especial, que, conforme percebemos no decorrer do texto, foi repleta de mudanças conceituais e contribuições, tanto científica como sociais.

A Teoria da Relatividade Restrita de Einstein modificou diversas ideias na área da física, como: tempo, espaço, concepções sobre a luz, éter, teoria eletromagnética (ARRUDA; VILLANI, 1996). Os autores ainda colocam que este trabalho de Einstein gerou “[...] uma sequência interligada de mudanças em ideias centrais da Física no final do século XIX [...]” (p. 42).

Deste modo, segundo Renn (2004, p. 35) “[...] os trabalhos de Einstein de 1905 tornaram-se o ponto de partida de uma revolução científica que não se restringiu a sua área específica nas ciências”.

Neste texto, procuramos tratar o tema relatividade restrita sob uma perspectiva histórica, enfatizando as contribuições que Einstein teve como cientista e suas mudanças conceituais no decorrer desse caminho. Para Wolff e Mors (2006) uma das dificuldades na abordagem desta temática na EB está na falta de materiais didáticos, sendo que o autor ainda ressalta que a produção de textos adequados a tal nível possa vir a contribuir como subsídio ao professor e aos alunos.

Sob esta abordagem, percebemos a contribuição dos trabalhos de diversos outros cientistas. Deste modo, tiramos a ideia de gênios trabalhando individualmente, e explicitamos o trabalho colaborativo no meio científico. Entendemos que estas contribuições em conjunto com suas experiências, teorizações e reflexões, levaram Einstein às suas teorias e descobertas. Assim, fica perceptível que o conhecimento científico produzido se origina de diversas contribuições. Além disto, percebemos nesta abordagem “[...] a construção do conhecimento científico enquanto um processo sujeito a transformações” (BRITO et al., 2014, p. 227). Tentamos evidenciar, portanto, alguns pontos onde ocorreram algumas mudanças conceituais e paradigmáticas, mostrando as controvérsias existentes no trabalho científico.

Concordamos também com as ideias de Gooday *et al* (2008), quando estes falam que aprender Ciências, além dos conteúdos, deve ser também aprender sobre a Ciência (instituição) nas disciplinas escolares. De acordo com os autores, essa mudança ocorreria principalmente pela mudança na formação dos professores que lecionam essas disciplinas, através da inclusão desta temática de forma mais recorrente nos currículos e na formação inicial dos licenciados. Acreditamos que esse seja um caminho possível e viável, uma vez que comumente vemos em nossa rotina de trabalho alguns professores que não trabalham com essa abordagem da HFC.

Considerações finais

Neste artigo foram discutidas algumas questões referentes ao trabalho de cientistas nos campos de conhecimento da Biologia e da Física. Apresentamos brevemente as contribuições destes pesquisadores à ciência ao longo do período em que os mesmos se mantiveram ativos e produtivos enquanto pesquisadores.

As questões históricas relativas aos campos da Biologia e Física continuam a apresentar desdobramentos nem sempre positivos, revelando muitas vezes uma imagem de ciência neutra, acrítica, ahistórica, aproblemática e com sérias distorções em sua imagem (GIL-PÉREZ et al., 2001). Tais questões, em qualquer área da Ciência, podem torná-la um campo de conhecimento pouco interessante aos estudantes justamente por apresentá-lo desconexo e descontextualizado, refletindo em potencial perda de interesse por esse componente curricular nos processos pedagógicos, conforme já argumentado (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007). Contornar essas questões na educação escolar faz-se, assim, uma importante questão para contribuir para o ensino e a aprendizagem das Ciências.

Conforme salientamos em nossa escrita, consideramos fortemente que as questões relacionadas à HFS da Ciência, na perspectiva de Matthews (1995), deveriam ser abordadas com maior ênfase nas aulas de Ciências, para que os estudantes pudessem reconhecer fatores intrínsecos à atividade humana dos cientistas com maior destaque. Frisamos que a atual condição para o ensino das Ciências nem sempre é a ideal, a começar pela própria formação dos professores que, com raras exceções, é também superficial neste aspecto - ao menos em sua etapa inicial.

Assim, possíveis sugestões para uma melhora nesses aspectos passariam por um maior trabalho referente às questões desta natureza em momentos de formação continuada e/ou permanente dos professores de Ciências em atividade, inserção com maior ênfase desta temática nos documentos oficiais – currículos escolares e diretrizes estaduais e municipais –, além de uma reformulação dos próprios materiais didáticos também neste sentido.

Consideramos interessante a contribuição de Gandolfi e Figueirôa (2017, p. 8), quando as autoras ponderam a respeito da formação de professores de Ciências:

Todavia, acreditamos que a defesa da inserção da HFC nas salas de aula de ensino fundamental e médio deve estar obrigatoriamente atrelada a uma reflexão sobre os processos de formação de professores de Ciências no contexto brasileiro. Em outras palavras, concordamos com diversos autores (HÖTTECKE; SILVA, 2011; ALMEIDA, 2012; GARCÍA-MARTÍNEZ; IZQUIERDO-AYMERICH, 2014) que reconhecem e destacam a importância da HFC não apenas em salas de aulas do ensino Básico, mas principalmente nos processos de formação dos docentes de Ciências. Nesse contexto, argumentamos aqui que a sistemática ausência de reflexões advindas da HFC durante a formação desses profissionais coloca em risco sua tão defendida inclusão nas salas de aulas, tornando-se apenas mais uma proposta autoritária de inovação curricular (tal como muitas outras nas últimas décadas), para a qual o professor recebe pouco ou quase nenhum treinamento que lhe possibilite uma apropriação crítica dessa estratégia de ensino.

Ainda segundo as autoras, também é construtivo que os professores de Ciências possam ter acesso às fontes primárias, como as obras clássicas de cientistas como Darwin, Wallace, Redi, Pasteur, Newton ou Einstein. Em que pese todas as dificuldades e obstáculos de se trabalhar com estes textos histórico-científicos, como a análise e a interpretação dessas obras ou mesmo a localização e curadoria destes materiais em locais disponíveis ao grande público, Gandolfi e Figueirôa (2017) ponderam que a mera atividade de consulta e pesquisa histórica nesses materiais tem potenciais ganhos aos professores da EB e formadores de professores, um fato com o qual concordamos.

Uma última sugestão é que as questões referentes à HFC e suas publicações pudessem ter uma maior penetração junto às instituições escolares e professores da EB. Essa é uma crítica que ouvimos de muitos professores de Ciências a respeito das pesquisas em ensino, de uma maneira geral, e que estendemos aos trabalhos e publicações da área de História e Filosofia da Ciência. Consideramos que nós, pesquisadores das áreas de Educação e Ensino, deveríamos ter esta preocupação mais presente em nossas atividades: tornar nossas publicações mais “úteis” e menos “prescritivas” e, dessa forma, oferecer subsídios aos professores e processos pedagógicos que analisamos em nossas pesquisas (MACHADO, 2007).

Referências

- ALMEIDA, M. J. P. M.; PAGLIARINI, C. R.. Representações de futuros professores de Física sobre o uso da história da ciência em aulas de Física no Ensino Médio. **Física y Cultura: Cuadernos Sobre História y Enseñanza de las Ciencias**, n. 9, p. 81-94, 2015.
- ARRUDA, S. M.; VILLANI, A. Sobre as origens da relatividade especial: Relações entre quanta e relatividade em 1905. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 13, n. 1, p. 32-47, 1996.
- BINNS, I. C.; BELL, R. L. Representation of scientific methodology in secondary science textbooks. **Science & Education**, v. 24, n. 7, p. 913-936, 2015.
- BRITO, N. B. *et al.* História da física no século XIX: discutindo natureza da ciência e suas implicações para o ensino de física em sala de aula. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 214-231, 2014.
- D'AGOSTIN, A. **Física Moderna e Contemporânea: Com a Palavra Professores do Ensino Médio**. Dissertação em Educação, Universidade Federal do Paraná, 2008.
- DOMINGUINI, L. Física Moderna no Ensino Médio: com a palavra os autores dos livros didáticos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 1-7, 2012.

EINSTEIN, A. **Notas autobiográficas** (Trad: Aulyde Soares Rodrigues). 4. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1982.

FREITAS, L. A teoria evolutiva de Darwin e o contexto histórico. **Bioikos** (PUC-Campinas), v. 12, n. 1, p. 55-62, 1998.

GANDOLFI, H. E.; FIGUEIRÔA, S. F. de M. Formação de professores e pesquisa em História das Ciências. **EDUCA - Revista Multidisciplinar em Educação**. Porto Velho, v. 4, n. 8, p. 3-28, 2017. Disponível em: <<http://www.periodicos.unir.br/index.php/EDUCA>>. e-ISSN: 2359-2087.

GIL-PÉREZ, D. *et al.* Para uma Imagem não Deformada do Trabalho Científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GIMENO SACRISTÁN, J. **O currículo: uma reflexão sobre a prática**. 3ª edição. Porto Alegre: Artmed, 2000.

GOODAY, G.; LYNCH, J. M.; WILSON, K. G.; BARSKY, C. K. Does science education need the history of science? **Isis**, v. 99, p. 322-330, 2008.

GRECA, I. M.; FREIRE JR, O. A “Crítica Forte” da ciência e implicações para a educação em ciências. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 343-361, 2004.

ISSIT, J. Reflections on the study of textbooks. **History of Education**, v. 33, n. 6, p. 683-696, 2004.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5ª edição. São Paulo: Editora Perspectiva S.A., 1997.

LEITE, R. R. C. M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV D. A história das leis de Mendel na perspectiva fleckiana. **Revista da Associação Brasileira de Educação Em Ciências**, v. 1, n. 2, p. 97-108, 2001.

LOPES, A. C.; MACEDO, E. **Teorias de Currículo**. São Paulo: Editora Cortez, 2011.
MACHADO, N. J.; Qualidade da educação: Cinco Lembretes e uma Lembrança. **Estudos Avançados**, v. 21, n. 61, p. 277-294, 2007.

MARTINS, L. A-C. P. Pasteur e a geração espontânea: uma história equivocada. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 65-100, 2009.

MARTINS, R. A. Física e história. **Ciência e Cultura**, v. 57, n. 3, p. 25-29, 2005.

MATHEWS, M. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Cad. Cat. de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MONTEIRO, M. A.; NARDI, R. As abordagens dos livros didáticos acerca da física moderna e contemporânea: algumas marcas da natureza da ciência. In: XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (XI EPEF). **Anais**. Curitiba, 2008.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Atualização do Currículo de Física na Escola de Nível Médio: Um estudo dessa problemática na perspectiva de uma experiência em sala de aula e da formação inicial de professores. **Cad. Cat. de Ensino de Física**, v. 18, n. 2, p.135-151, 2001.

OSTERMANN, F.; RICCI, T. F. Relatividade Restrita no Ensino Médio: Contração de Lorentz-Fitzgerald e Aparência Visual de Objetos Relativísticos em Livros Didáticos de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, n. 2, p.176-190, 2002.

PAPAVERO, N.; SANTOS, C. F. M. Evolucionismo darwinista? Contribuições de Alfred Russel Wallace à teoria da evolução. **Revista Brasileira de História**, v. 34, n. 67, p. 159-180, 2014.

PINTO, A. C.; ZANETIC, J. É possível levar a Física Quântica para o Ensino Médio? **Cad. Cat. de Ensino de Física**, v. 16, n. 1, p.7-34, abr. 1999.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

RENN, J. A física clássica de cabeça para baixo: Como Einstein descobriu a teoria da relatividade especial. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 27, n. 1, p. 27-36, 2004.

SILVA, R. F.; PIGNATA, M. I. B. Charles Darwin e a teoria da evolução. *In*: 11º Congresso Pesquisa, Ensino e Extensão (11º CONPEEX). **Anais**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás-UFG, 2014.

WOLFF, J. F. S.; MORS, P. M. Relatividade no ensino médio: uma experiência com motivação na história. *In*: Encontro Estadual de Ensino de Física. **Atas...** Porto Alegre: Instituto de Física-UFRGS, 2006.