



UMA PROPOSTA DE ENSINO A PARTIR DA HISTÓRIA DA FÍSICA

A TEACHING PROPOSAL FROM THE HISTORY OF PHYSICS

PEREIRA, Nádia Vilela¹

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de²

RESUMO

A História da Física é um recurso capaz de contribuir para tornar o ensino de Física mais crítico, revelando uma preocupação em favorecer um melhor entendimento da realidade. Conhecer a História da Física, o seu desenvolvimento e o processo de aceitação e consolidação de teorias científicas podem ajudar a frisar a não linearidade do desenvolvimento dos conhecimentos da Física e as diferentes leituras que dela podemos ter. Ao longo de vinte aulas envolvendo três turmas do 3º ano do Ensino Médio Integrado (EMI), do IFTO - Campus Palmas, utilizamos uma estratégia didática fundamentada em cinco eixos: apresentação de filme, apresentação de PowerPoint, leitura e discussão de textos históricos, um experimento simples baseado na construção de um eletroscópio de folhas e uma atividade avaliativa escrita. Os resultados obtidos mostraram que houve uma evolução na aprendizagem dos conceitos físicos e também uma maior motivação por parte dos alunos durante as aulas, permitindo salientar a relevância de se abordar a Física contextualizada em sua História e a importância da História da Física para os processos de ensino e aprendizagem.

PALAVRAS-CHAVE: História da Física; Ensino de Física; Conhecimento científico.

ABSTRACT

The History of Physics is a competent resource to render Physics teaching more critical, unveiling a concern in propitiating a better understanding of reality. To be familiar with the History of Physics, its development and the process of compliance and consolidation of scientific theories may further the emphasis on the non-linearity of the development of Physics knowledge and the various readouts that may arise from it. Throughout twenty classes with three groups of the senior year of the Integrated High School Course (EMI) of the IFTO-Campus Palmas, a didactic strategy was used based on five pivots: exhibition of a

¹ Professora de Ensino Básico Técnico e Tecnológico do Instituto Federal de Tocantins (IFTO - Campus Palmas). Palmas, TO, Brasil. Doutoranda pela Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL). e-mail: nadia@ifto.edu.br

² Professor Titular da Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL) - Graduação, na Especialização e em cursos de Mestrado e Doutorado. Doutor em Física pela Universidade de São Paulo (USP). ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0088-8973> e-mail: mstaraujo@uol.com



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2019.42890

movie, a Power Point presentation, reading and discussion of historical texts, an unpretentious experiment based on the development of a leaves electroscope as well as a written assessment. The results obtained demonstrated that there had been an advancement in the learning of Physics concepts and, likewise, a greater students' motivation during the classes, thus favoring to enhance the relevance of tackling contextualized Physics in its History and the importance of Physics History for teaching and learning processes.

KEYWORDS: history of physics; physical education; scientific knowledge.

INTRODUÇÃO

A História da Física constitui relevante recurso didático e pedagógico capaz de auxiliar o estudante a construir novos conhecimentos e se motivar a aprender conteúdos específicos de Física. Esta premissa reside, principalmente, no fato de que este recurso possibilita ao estudante associar esses novos conhecimentos com aspectos de seu contexto social e de atuação cotidiana, permitindo que atribua significados aos conteúdos estudados.

Apresentar aos estudantes, particularmente do Ensino Médio, a contribuição humana decorrente da explicação dos fenômenos naturais permite transpor obstáculos ao seu entendimento e valorização das ciências. Este aspecto se mostra ainda mais relevante quando consideramos que frequentemente os contextos históricos de construção dos conhecimentos científicos não se encontram devidamente explicitados nas fórmulas matemáticas que aparecem nas abordagens excessivamente formais dos conteúdos científicos. Aliás, essa ênfase nos aspectos formais matemáticos tende a dificultar a compreensão dos elementos conceituais e contextualizáveis relacionados às Ciências Naturais e, em particular, à Física.

A importância de conhecermos a História das Ciências, de maneira geral, se deve ao fato de nos favorecer o entendimento de como a nossa compreensão da Natureza e do Universo se desenvolveu de mãos dadas com a Física, desde suas origens com os filósofos pré-socráticos da Grécia Antiga, até a introdução da Mecânica Quântica e da Teoria da Relatividade durante as três primeiras décadas do século XX.

Propõe-se, então, que seja apresentada aos alunos, a História por trás do desenvolvimento e proposição dos conceitos científicos, humanizando assim a Ciência e vinculando os conceitos trabalhados em aula ao contexto histórico em que surgiram. Com isso, podemos explorar as motivações, sucessos, derrotas, tramas e lutas travadas no desenrolar do processo vivenciado ao longo da História da Física na construção de suas teorias.

Para que o ensino de Física possa avançar, é preciso superar abordagens maçantes e realizadas quase que exclusivamente por meio de fórmulas matemáticas. Neste sentido, o presente artigo visa a apresentar reflexões acerca da utilização da História da Física, durante um bimestre do ano letivo de 2016, tendo como base a



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2019.42890

seguinte questão norteadora: "Quais contribuições o uso da História da Física pode proporcionar para a aprendizagem dos estudantes?".

Entendemos que uma abordagem histórica no ensino de Física se faz necessária a fim de criar situações mais propícias para que o aluno possa contextualizar os conceitos estudados e vincular o conhecimento científico ao contexto histórico aplicado ao seu cotidiano. Esta maneira de realizar a docência se mostra concordante com as habilidades ressaltadas pelos PCN (BRASIL, 2002, p. 63), que apontam para a importância de se "Desenvolver uma ética de atuação profissional e a consequente responsabilidade social, compreendendo a ciência como conhecimento histórico, desenvolvido em diferentes contextos sócio-político, culturais e econômicos".

Desse modo, a abordagem da História da Física no Ensino Médio tende a contribuir para que os alunos se manifestem de uma maneira diferente em relação à essa componente curricular e que descubram uma Física de desafios que possibilitem novas descobertas no percurso de seu desenvolvimento pessoal.

CARACTERIZAÇÃO DOS ALUNOS E CURSOS ENVOLVIDOS NA PESQUISA

Foram envolvidos no processo 60 alunos pertencentes à três turmas de 3º ano do Ensino Médio Integrado ao ensino Técnico (EMI)³ do Instituto Federal do Tocantins (IFTO) - Campus Palmas, sendo 22 alunos do curso de Administração, 16 alunos do curso de Agronegócio e 22 alunos do curso de Eventos.

Todos os 60 alunos são oriundos do próprio Campus Palmas, visto que a entrada de alunos nos cursos do EMI é feita através de processo seletivo, quando os mesmos finalizam o 9º ano do Ensino Fundamental em outras escolas públicas ou privadas. A faixa etária dos estudantes é entre 17 a 18 anos no início do período letivo. A seguir faremos uma breve descrição dos cursos de Administração, Agronegócio e Eventos do Ensino Médio Integrado ao Técnico do IFTO – campus Palmas:

- O curso *Técnico em Administração Integrado ao Ensino Médio do IFTO - Campus Palmas*⁴, tem como eixo tecnológico as áreas de Gestão e Negócio. Seu objetivo geral visa a formação de um profissional habilitado para atuar junto ao setor de administração de empresas ou como gestor de sua própria empresa.

³ Educação Profissional Técnica de Nível Médio é aquela ministrada nos cursos ofertados pelo IFTO que incidam na emissão de Diploma Técnico de Nível Médio (Regulamento da Organização Didático-Pedagógica do IFTO).

Fonte: <http://portal.ifto.edu.br/ifto/colegiados/consup/documentos-aprovados/regulamentos/cursos-tecnicos/regulamento-odp-cursos-medio-tecnico-presenciais-ifto-2edicao.pdf/view>.

⁴ <http://www.ifto.edu.br/palmas/campus-palmas/cursos/tecnicos/integrado-regular/tecnico-em-administracao>.



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2019.42890

- O curso *Técnico em Agronegócio Integrado ao Ensino Médio do IFTO - Campus Palmas*⁵, apresenta como eixo tecnológico a área de Recursos Naturais. Seu objetivo geral é preparar profissionais capacitados a viabilizar soluções tecnológicas competitivas para o desenvolvimento e crescimento das empresas rurais e para que alcancem seus objetivos de forma eficiente, eficaz e com responsabilidade social e ambiental a partir do domínio da produção, processos e gestão do agronegócio.

- O curso *Técnico em Eventos Integrado ao Ensino Médio do IFTO - Campus Palmas*⁶, tem como eixo tecnológico a área de Turismo, Hospitalidade e Lazer. Seu objetivo geral é proporcionar ao estudante capacidade para o exercício do trabalho, aliando formação profissional técnica em eventos formando profissionais aptos a atuarem no setor com responsabilidade social e ambiental.

Em todos os cursos citados, a formação profissional técnica vem aliada à escolaridade correspondente ao Ensino Médio regular.

A IMPORTÂNCIA DA HISTÓRIA DA FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

Autores e pesquisadores do ensino de Ciências apontam para a necessidade de um ensino contextualizado, que permita desenvolver os conteúdos a partir de uma abordagem histórica capaz de aprimorar o ensino de Ciências (BINNIE, 2001, SANTOS *et al.*, 2012).

De acordo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação brasileira (Lei 9.394/96⁷), a educação básica tem como objetivo principal “desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”. Considerando que a construção do conhecimento científico, tecnológico e cultural é um processo sócio histórico, entendemos que uma retrospectiva histórica poderá propiciar condições favoráveis para que os alunos do Ensino Médio compreendam como alcançamos o estágio atual de desenvolvimento.

A formação visando o exercício da cidadania é um aspecto relevante da formação dos estudantes e, neste sentido, assume destaque a apropriação de conhecimentos físicos que capacitem os estudantes a compreenderem e enfrentarem os problemas que afetam sua vida, ampliando sua capacidade de reflexão, além de permitir o desenvolvimento de valores e atitudes, em linha com o que defendem Moraes e Araújo ao afirmarem que:

⁵ <http://www.ifto.edu.br/palmas/campus-palmas/cursos/tecnicos/integrado-regular/tecnico-em-agronegocio>.

⁶ <http://www.ifto.edu.br/palmas/campus-palmas/cursos/tecnicos/integrado-regular/tecnico-em-eventos>.

⁷ <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>.



Após a LDB o foco passou a ser a promoção de competências que garantam uma formação visando o exercício da cidadania do estudante, que deve ser munido de ferramentas que o capacite a atuar adequadamente em meio à sociedade e no mundo do trabalho. Essa participação dos indivíduos na sociedade onde estão inseridos deve se dar pautada não apenas em conhecimentos específicos e disciplinares, mas fundamentalmente em valores e atitudes, em uma consciência amparada no processo permanente de reflexão (MORAES e ARAÚJO, 2012, p. 74-75).

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) destacam o princípio da contextualização como processo de criação de raízes das definições científicas que influenciam a realidade vivenciada pelos alunos, contribuindo para produzir aprendizagens significativas. Assim, devemos possibilitar o desenvolvimento das potencialidades dos alunos construindo uma ponte entre as aulas de Física e a sua História.

Por sua vez, os Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio⁸ (PCN) (BRASIL, 2002, p. 22) criticam o ensino tradicional da Física, afirmando que “o ensino é realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas de forma desarticulada, distanciada do mundo vivido pelos alunos e desvinculada totalmente do contexto histórico”.

Logo, a contextualização do conteúdo, a interdisciplinaridade, assim como a abordagem histórica da Física soam como novas possibilidades didáticas e pedagógicas que tendem a aperfeiçoar os processos de ensino e de aprendizagem. Estes recursos nos capacitam a entender as relações que estabelecemos com a natureza e os demais membros da espécie valorizando a sua historicidade.

A teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel *et al.* (1980) mostra-nos que a construção do conhecimento é um processo complexo de relações humanas no mundo. Para ele, é necessário que a aprendizagem ocorra de forma significativa, o que facilitaria a aprendizagem, permitindo que o aluno aprenda através do sentido que o conhecimento fará para ele, aproximando-o da construção deste sentido. Nesta perspectiva Moreira e Masini apontam que:

A aprendizagem significativa processa-se quando o material novo, ideias e informações que apresentam uma estrutura lógica, interage com conceitos relevantes e inclusivos, claros e disponíveis na estrutura cognitiva, sendo por eles assimilados, contribuindo para sua diferenciação, elaboração e estabilidade (MOREIRA e MASINI, 1982, p. 4).

⁸ <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>.



A evolução histórica da humanidade mostra que os conceitos vão se modificando constantemente. Essa evolução se mostra progressiva, embora não linear, mas contínua e dinâmica, apresentando valores, crenças, conceitos e ideias historicamente mutáveis. Isso está diretamente relacionado ao olhar e à vivência do ser humano, fornecendo um referencial que possibilita a organização da sociedade e em especial da comunidade científica, que propõe continuamente novos modelos para explicar e entender a realidade.

A História da Física atribui significados que possibilitam interpretar o mundo, promovendo no ser humano a capacidade de compreensão e reflexão acerca dos conceitos. A descoberta de um conceito mostra não somente *como* este foi criado mas, sobretudo, seu *porque*.

A História consegue mostrar soluções para diversas questões, revelando o papel do conceito na teoria, sua função e significado, revivendo o *pensar* de uma época, evidenciando os elementos do pensamento vigente. Ela desvenda o método da construção conceitual, mostrando também os "buracos" nos conceitos antigos, que serão preenchidos pelos novos conhecimentos, revivendo momentos significativos do próprio ato intelectual na criação científica.

Assim, a nosso ver, a História da Física é de extrema importância para os processos de ensino e aprendizagem, pois pode promover uma significação conceitual e da estrutura de desenvolvimento do conhecimento científico, funcionando como um elo entre as informações já conhecidas pelo aluno e aquelas que lhes são novas. Além disso, propostas de ensino baseadas na História da Física como a aqui relatada tendem a valorizar o aluno como indivíduo participante ativo e responsável pelo processo de construção de seus conhecimentos.

Para que a aprendizagem seja significativa é preciso entender o processo de modificação do conhecimento, e reconhecer a importância que os processos mentais têm nesse desenvolvimento.

Segundo Ausubel *et al.* (1980), é necessário que o material a ser assimilado seja potencialmente significativo e que haja um conteúdo mínimo na estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, existam subsunçores⁹ em suficiência para suprir as necessidades relacionais e o aprendiz apresente uma disposição para o relacionamento e não para simplesmente proceder uma memorização mecânica.

Ainda para Ausubel *et al.* (1980), relacionar-se de maneira significativa quer dizer que o conceito possui ligações com algum conceito da estrutura cognitiva, compartilhando com o conceito já presente algum significado comum, ligando-se à estrutura cognitiva através da associação (formando agrupamentos) a estes conceitos.

⁹ Subsunçor é uma estrutura específica ao qual uma nova informação pode se integrar ao cérebro humano.



Para Moreira (1999), Aprendizagem Significativa, por definição, envolve aquisição e construção de significados, sendo no decorrer dessa aprendizagem que o indivíduo transforma o significado lógico de elementos materiais em significado psicológico. Moreira (1999) considera que aprender Física de maneira significativa pressupõe a internalização dos significados aceitos e construídos socialmente para esses instrumentos e signos no contexto da Física.

Iniciando-se o processo de abordagem de determinado assunto da Física por meio de uma situação histórica, novas situações vão surgindo e realimentando o processo, que uma

vez devidamente orientado pelo professor, propicia avanços sucessivos na apreensão dos modelos teóricos da Física pelos alunos.

Uma proposta de ensino de Física a partir de uma abordagem histórica requer do aluno uma necessidade interna de organização lógica: empregar suas estruturas de conhecimento para entender um conceito que lhe é colocado de forma que o surpreende, pelo fato de ser inusitado ou entrar em conflito com suas concepções acerca do mundo físico.

A contextualização exige que o aluno reelabore seus conhecimentos preliminares sobre o assunto em discussão com maior discernimento, conseqüentemente, nesse processo as estruturas lógicas que serviam de aporte aos conceitos empregados são, também, reelaboradas.

Quando o professor parte da História da Física para apresentar os conceitos desta área de conhecimento ele incentiva a leitura, a interpretação, a observação, fornece informações detalhadas e estimula o interesse dos alunos. Segundo Guerra et al.:

Os alunos necessitam estudar de forma aprofundada o tempo e o espaço histórico do assunto abordado, de forma a reconhecerem os problemas e as controvérsias vividas pelos personagens que construíram direta ou indiretamente aquele conhecimento. Enfim eles devem ser capazes de reconhecer os debates científicos, filosóficos e epistemológicos gerados naquele ambiente (GUERRA, REIS e BRAGA, 2004, p. 226).

Ainda para estes mesmos autores:

[...] é importante o estudo da história e da filosofia da ciência e da tecnologia, pois, assim, mergulharemos no passado, e encontraremos os produtores daqueles conhecimentos, bem como suas angústias, preocupações, dificuldades e certezas. Através da história, podemos



conhecer o processo pelo qual a ciência e a tecnologia foram construídas, percebendo-as como uma produção cultural, inseridas em um tempo e em um espaço específicos (GUERRA, REIS e BRAGA, 2004, p. 225-226).

Com a História, alguns elementos são incorporados ou modificados nos quadros intelectuais dos alunos. Temos aí espaço para promover saltos de qualidade epistemológica no conhecimento em processo de construção pelo aluno.

Para alcançarmos êxito no ensino de Física, temos que criar no aluno a percepção de que os conhecimentos dessa área possuem não apenas valor histórico, mas também para sua vida presente, despertando a satisfação em cada etapa do processo de aprendizagem, de modo a lhe propiciar uma gradativa reformulação conceitual.

Para Leontiev (1978), o ser humano interage com dois grandes universos, um natural e o outro criado pela humanidade, ao longo da sua evolução, sendo este o responsável pela humanização de cada indivíduo criado no convívio com seus semelhantes. O indivíduo interagindo com este universo humaniza-se e elevando seu grau de humanização, mais se torna apto a apreendê-lo.

Concordar com Leontiev (1978) implica em aceitarmos que para o aluno aprender a Física disciplinar, que é uma criação humana, a História da Física entra nesse processo de humanização da Ciência valorizando o ser humano.

Por meio desta investigação buscaremos proporcionar ao estudante do Ensino Médio Integrado (EMI) – especificamente terceiros anos de Administração, Agronegócio e Eventos, do IFTO-Campus Palmas, uma compreensão mais ampla da Física, com destaque para o ensino de “Eletrostática”, estabelecendo relações entre a Física e sua História.

Pretende-se também mostrar que a História da Física, integrada a conteúdos de Física, contribuirá para o entendimento da atividade científica como parte do empreendimento humano e como forma de divulgar conhecimentos. Por conseguinte, buscamos atingir os seguintes objetivos:

1. Mostrar aos estudantes a evolução da Física ocorrida ao longo de sua História.
2. Compreender termos e conceitos científicos fundamentais da Física, a partir de uma abordagem contextualizada envolvendo a Física e sua História;
3. Proporcionar aos estudantes uma aprendizagem significativa dos conceitos de “Eletrostática”, a partir da História da Física.
4. Demonstrar que a Física é muito mais do que uma disciplina que se utiliza apenas de aplicações matemáticas.



ASPECTOS DIDÁTICOS E METODOLÓGICOS

Segundo Machado (2000, p. 123) a “Eletrostática é a parte do Eletromagnetismo dedicada aos fenômenos elétricos estacionários, em que as cargas não se movem”. Para este autor:

Os fenômenos relacionados à eletricidade (e também ao eletromagnetismo), são conhecidos desde a antiguidade. Na Grécia já se tinha conhecimento de que, ao se atritar *âmbar*, que é uma resina vegetal fóssil, amarelada e translúcida, é possível atrair pequenos corpos, como palha, sementes, etc. Isso era obtido também com outros materiais, com graus variados de intensidade. O âmbar era um material apropriado para a produção desse efeito, e a atração foi chamada elétrica, do grego *elektron*, que significa âmbar. [...] inicialmente supunha-se que esta força podia apenas ser atrativa. Coube a Charles Du Fay, pesquisador francês, demonstrar que a interação pode ser tanto atrativa quanto repulsiva (MACHADO, 2000, p. 123).

O ensino da Eletrostática no nível médio obedece a um padrão pré-estabelecido nos livros didáticos, em uma sequência em que apenas eventualmente nos finais de capítulos é que temos proposições rápidas que falam sobre o desenvolvimento histórico do tema, sendo que o assunto é disposto de forma bastante geral, sem um direcionamento específico para o tema tratado.

Para Matthews (1995), apud Quintal e Guerra:

A história, [...] da ciência não têm todas as respostas [...], porém possuem algumas delas: podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral da matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do “mar de falta de significação” que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam (MATTHEWS, 1995, apud QUINTAL e GUERRA, 2009, p. 21-22).

Apresentamos nesse artigo uma forma alternativa de abordar os temas relacionados à Eletrostática no Ensino Médio, em nosso caso Ensino Médio Integrado ao Ensino Técnico, utilizando argumentos históricos relacionados ao conteúdo a ser ministrado, visando uma melhor aprendizagem por parte dos alunos.



As intervenções se deram no primeiro bimestre do ano letivo de 2016 (período compreendido entre os dias 18/04/2016 a 24/06/2016¹⁰, no IFTO - Campus Palmas, com as turmas de Administração, Agronegócio e Eventos, do 3º ano do Ensino Médio Integrado (EMI). Foi utilizado um total de vinte (20) aulas de cinquenta minutos em cada turma, sendo relevante destacar que a realização das atividades amparadas na abordagem histórica respeitou a estrutura de conteúdos disciplinares estabelecidos e previstos no currículo da Instituição.

Consideramos que atuando desta maneira foi possível facilitar um melhor entendimento desses conteúdos e, desse modo, superar a distância entre estes conteúdos e o mundo vivencial e profissional dos estudantes.

A estratégia didática utilizada foi fundamentada em cinco eixos a seguir:

1º) Apresentação do filme “O Céu de Outubro”¹¹.

2º) PowerPoint: “Uma Breve História da Eletricidade”, elaborado pela professora da componente curricular.

3º) Trabalho com o texto: *História da Eletricidade*¹², como meio de estabelecer a ligação entre a História e o conteúdo específico que seria ministrado, no caso os processos de eletrização e o conceito de força elétrica.

4º) Construção de um eletroscópio de folhas utilizando como materiais: 13 cm de arame fino, 1 cm de fio de cobre (número 28), folha de alumínio, um vidro, uma bolinha de isopor, adesivo epóxi, um canudo de plástico e papel higiênico, com o objetivo de realizar indução eletrostática e verificar o funcionamento do eletroscópio¹³.

5º) Atividade final avaliativa com a finalidade de verificar se houve aprendizagem, onde utilizamos questões conceituais e questões que envolviam formalização matemática.

No Quadro 1 mostrado a seguir, sintetizamos as atividades que foram realizadas, integradas ao componente curricular Física para o 3º ano de EMI, no primeiro bimestre.

¹⁰ O primeiro bimestre de 2016 se deu nesse período por motivo de greve dos professores no ano de 2015.

¹¹ October Sky, 1999; Direção: Joe Johnston; Origem: Estados Unidos; Duração: 108 minutos.

¹² Fonte: www.indusmelec.pt/newsletter/05/historia_eletricidade.pdf.

¹³ Física em Casa: trabalho desenvolvido no programa de mestrado do Instituto de Física de São Carlos por Alessandra Riposati Arantes, 2002.

**QUADRO 1 - DISTRIBUIÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

Elementos que integram o Componente Curricular		Atividades desenvolvidas
1º Bimestre	1) Carga elétrica. 2) Processos de Eletrização. 3) Força elétrica.	<ul style="list-style-type: none">• Apresentação do filme "<i>O Céu de Outubro</i>".• PowerPoint: "Uma breve História da Eletricidade".• Trabalho com o texto: <i>História da Eletricidade</i>.• Construção de um eletroscópio de folhas.• Atividade avaliativa final.

Fonte: Elaborada pelos autores.

No início do bimestre foram empregadas duas aulas para as devidas apresentações da professora responsável pela disciplina e de sua proposta de atuação, sendo abordados aspectos relacionados à atribuição de notas, realização de trabalhos e avaliações. Estabeleceu-se também um contrato pedagógico onde a proposta da inserção da História da Física foi apresentada como forma de buscarmos uma melhor aprendizagem conceitual e termos a oportunidade de tornarmos as aulas de Física mais interessantes.

Percebemos que a grande maioria dos alunos aceitou a proposta mais pelo fato de ser uma proposta vinda da professora, ou seja, aquele típico "vamos aceitar, porque afinal ela é a professora". Ou seja, não podemos dizer que houve grande euforia inicial, sendo identificada até mesmo uma certa resistência por parte de alguns alunos.

Nas duas aulas seguintes realizamos a apresentação do filme "*O Céu de Outubro*", filme que aborda a realidade da experimentação em Ciência, exemplificado pela confecção de um experimento científico (no caso, um foguete) presente na vida de um jovem aspirante a cientista.

O filme reflete adequadamente como ocorre o desenvolvimento científico, estabelecendo uma relação de tempo necessária à construção do conhecimento, o que está de acordo com a proposta de usar a História da Ciência. Nos mostra também o quanto devemos nos esforçar até que alcancemos resultados positivos, explorando a motivação e as lutas travadas pelo personagem para alcançar o seu objetivo.

O PowerPoint, "Uma Breve História da Eletricidade", foi apresentado nas duas aulas a seguir, onde enfocamos:

- O âmbar e o gerador eletrostático de *Otto Von Guericke*;



- *William Gilbert*: em seu livro *De Magnete*, Gilbert descreve inúmeras experiências por ele realizadas, bem como apresenta um considerável número de teorias explicativas de fenômenos elétricos e magnéticos (BINNIE, 2001);

- *Robert Boyle*: atração entre corpos ocorre tanto no vácuo quanto no ar;

- *James Wimshurst*: gerador por indução;

- *Stephen Gray*: relatando a distinção entre os materiais que hoje denominamos de condutores e isolantes;

- *Charles Dufay*: descobriu a existência de duas espécies de eletricidade que hoje denominamos de positiva e negativa e *Charles Coulomb*, que com sua balança de torção, enunciou a lei básica da Eletrostática.

Com o PowerPoint tivemos a oportunidade de retornar ao tema do filme "*O Céu de Outubro*", podendo fazer uma "comparação" do personagem principal do filme com os nomes de pesquisadores mencionados (William Gilbert, Stephen Gray, Charles Dufay, Charles Coulomb, etc.), destacando os preconceitos e os obstáculos que tiveram de ser superados para que fosse alcançado o êxito necessário ao desenvolvimento do conhecimento.

Ao final dessas aulas foi distribuído aos alunos o texto "*História da Eletricidade*", com o intuito de que os mesmos fizessem uma leitura prévia para discussões e comentários nas aulas seguintes. Assim, as duas aulas seguintes foram destinadas para aprofundamento na leitura, discussão e comentários sobre este texto.

O texto foi considerado relativamente grande na concepção dos estudantes (por isso a necessidade de uma leitura prévia), porém, é um texto que reproduz fatos desde os primórdios da Eletricidade, apresentando também várias curiosidades, entre elas, a "corrente elétrica", esclarecendo o que é corrente contínua e alternada.

Por meio do texto foi possível estabelecer a ligação entre a História e conceitos relativos à eletricidade, relacionados aos processos de eletrização e força elétrica, conceitos que seriam ministrados nas aulas seguintes.

O texto visou também despertar nos alunos o interesse pela leitura e possibilitar ao educando compreender alguns aspectos do processo científico, em consonância com o entendimento dos fenômenos físicos em questão. Além disso, possibilitou a compreensão de que a Física é uma ciência voltada à investigação dos fenômenos naturais, construindo ao longo da história novos conhecimentos. Neste sentido, a abordagem propiciou enfatizar alguns elementos inerentes à Natureza da Ciência (NdC).

A seguir, ao longo de mais duas aulas, foram feitas abordagens do conteúdo específico, ou seja, os conceitos de Carga elétrica, atração e repulsão, Eletrização (atrito, contato e indução); condutores e isolantes; Eletroscópios e, por fim, Força elétrica (Lei de Coulomb). Também foram utilizadas partes do artigo "*Uma*



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2019.42890

*abordagem histórica e experimental da Eletrostática*¹⁴ como forma de estabelecer uma relação de complementaridade entre a História da Física e o conteúdo específico apresentado aos alunos.

A etapa seguinte das atividades contou com quatro aulas utilizadas para a resolução de alguns exercícios conceituais, com a formalização matemática dos conceitos físicos abordados e o estabelecimento de relações com aspectos da História da Física, utilizados como exemplos do conteúdo ministrado. Com isto, os alunos puderam solucionar dúvidas pendentes com relação ao conteúdo e também à História da Física. Deste modo, articulando a abordagem de elementos da História da Física com os conteúdos curriculares buscamos atender ao currículo estabelecido no IFTO para a disciplina envolvida.

As duas aulas seguintes foram utilizadas para a construção de um eletroscópio de folhas. Antes de iniciarmos a construção propriamente dita, utilizamos uma estratégia que dialogava com a História da Física: fizemos uma visita ao laboratório de Informática do Campus Palmas, para que os estudantes realizassem uma pesquisa relacionada à história e construção do eletroscópio.

Deixamos os alunos bastante à vontade para pesquisarem em diversos sites. Solicitamos apenas que fossem sites de reconhecimento comprovado¹⁵ como, por exemplo, o site do Museu Interativo de Física da UFPA (Universidade Federal do Pará)¹⁶. Assim, no horário específico de aula, cada turma, Administração, Agronegócio e Eventos, divididas em grupos de quatro a cinco alunos foram encaminhadas ao Laboratório de Física do IFTO, Campus Palmas, para a realização da atividade experimental. Cabe destacar que todo o material necessário para a construção do eletroscópio foi obtido através do laboratório aqui citado.

No laboratório, os alunos foram orientados quanto à montagem¹⁷ do eletroscópio e, em seguida, quanto à realização da experiência: eletrizar o canudo por atrito, utilizando o pedaço de seda, e posteriormente aproximar o canudo da esfera.

A seguir passou-se à verificação do que ocorreu com as folhas de alumínio e foi pedido aos alunos que anotassem suas impressões de acordo com as questões a seguir:

- Porque em alguns momentos as folhas do eletroscópio se abrem?
- Porque em outros elas não se movimentam?
- Que conceitos físicos estão relacionados a esses fenômenos?

¹⁴ Fonte: <https://periodicos.unifap.br/index.php/estacao/article/download/126/v1n1Jose.pdf>.

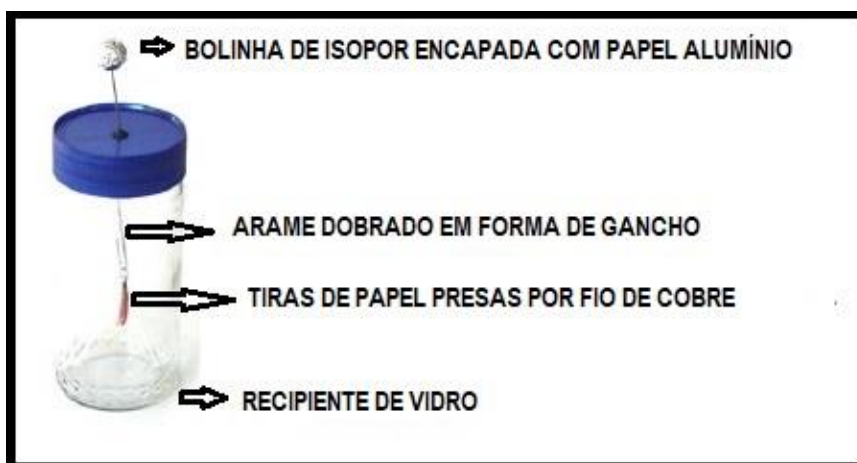
¹⁵ Nota dos autores: sugerimos a não utilização de sites tipo Wikipédia por exemplo.

¹⁶ Fonte: <http://minf.ufpa.br/index.php/eletroscopio-de-folhas>.

¹⁷ Física em Casa - trabalho desenvolvido no programa de Mestrado do Instituto de Física de São Carlos por Alessandra Riposati Arantes (2002).

A figura a seguir mostra o eletroscópio de folha que foi montado a partir de materiais simples como arame fino, fio de cobre número 28, folha de alumínio, um vidro, uma bolinha de isopor e adesivo epóxi.

FIGURA 1 – ELETROSCÓPIO DE FOLHA



Fonte: Física em Casa, Arantes (2002).

Em mais duas aulas realizamos uma atividade avaliativa com o intuito de verificar a aprendizagem dos alunos. Utilizamos tanto questões conceituais quanto questões envolvendo formalização matemática. As respostas às questões conceituais foram analisadas textualmente visando identificar a presença de concepções alternativas ou científicas.

A seguir, apresentamos algumas considerações e o percentual de acertos em cada uma das questões da atividade avaliativa.

Questão 1: Essa questão trabalha os conceitos de eletrização por contato, conservação da quantidade de carga elétrica, atração e repulsão (força elétrica). Também observamos aqui o conceito matemático de média aritmética. Uma quantidade significativa de alunos acertou essa questão. Considerando as três turmas avaliadas - Administração, Agronegócio e Eventos, do 3º ano do Ensino Médio Integrado (EMI) - o percentual de acerto foi de 75%, de modo que julgamos que nosso objetivo foi alcançado.

1. (Fonte: Vestibular UNESP/SP, 1997) Duas esferas condutoras idênticas carregadas com cargas $+Q$ e $-3Q$, inicialmente separadas por uma distância d , atraem-se com uma força elétrica de intensidade (módulo) F . Se as esferas são postas em contato e, em seguida, levadas de volta para suas posições originais, a nova força entre elas será:

a) maior que F e de atração.



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2019.42890

b) menor que **F** e de atração.

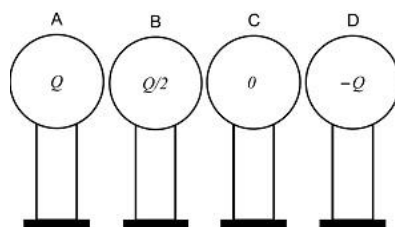
c) igual a **F** e de repulsão.

d) menor que **F** e de repulsão.

e) maior que **F** e de repulsão.

Questão 2: Essa questão aborda os conceitos de eletrização por contato e conservação da quantidade de carga elétrica e também o conceito matemático de média aritmética. Considerando as três turmas avaliadas, o percentual de acerto foi de 62%, menor do que na questão 1. Ainda assim, julgamos que nosso objetivo foi alcançado parcialmente.

2. (Fonte: Vestibular PUC/SP, 2010) Considere quatro esferas metálicas idênticas, separadas e apoiadas em suportes isolantes. Inicialmente as esferas apresentam as seguintes cargas: $Q_A = Q$, $Q_B = Q/2$, $Q_C = 0$ (neutra) e $Q_D = -Q$.



Faz-se, então, a seguinte sequência de contatos entre as esferas:

I. contato entre as esferas A e B e esferas C e D. Após os respectivos contatos, as esferas são novamente separadas;

II. a seguir, faz-se o contato apenas entre as esferas C e B. Após o contato, as esferas são novamente separadas;

III. finalmente, faz-se o contato apenas entre as esferas A e C. Após o contato, as esferas são separadas.

Pede-se a carga final na esfera C, após as sequências de contatos descritas.

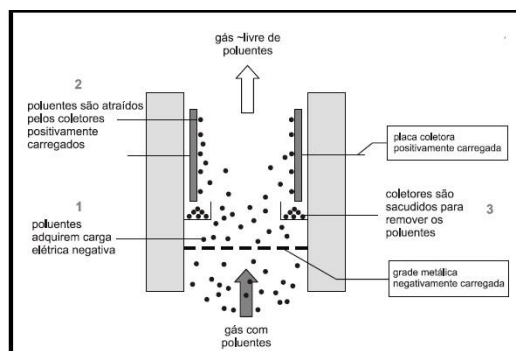
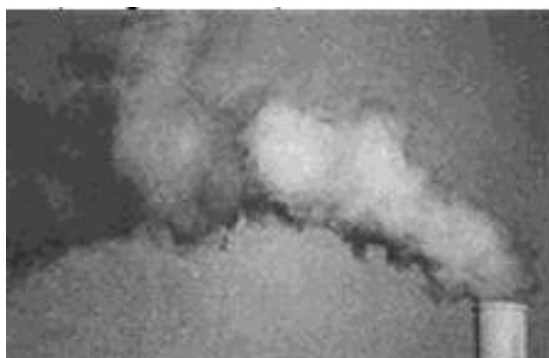
a) $7Q/8$. b) Q . c) $-Q/2$. d) $-Q/4$. e) $7Q/16$.

Questão 3: Essa questão enfoca os conceitos de eletrostática e eletrização e relembra o conceito de ionização. É também uma questão que trabalha questões ambientais. Considerando as três turmas avaliadas, o percentual de acerto foi de 85%, apontando que nosso objetivo foi alcançado.

3. (Fonte: Vestibular UFRGS, 2013) Um dos grandes problemas ambientais decorrentes do aumento da produção industrial mundial é o aumento da poluição atmosférica. A fumaça, resultante da queima de combustíveis fósseis como carvão ou óleo, carrega partículas sólidas quase microscópicas contendo, por exemplo, carbono, grande causador de dificuldades respiratórias. Faz-se então necessária a

DOI: 10.12957/e-mosaicos.2019.42890

remoção destas partículas da fumaça, antes de ela chegar à atmosfera. Um dispositivo idealizado para esse fim está esquematizado na figura abaixo.

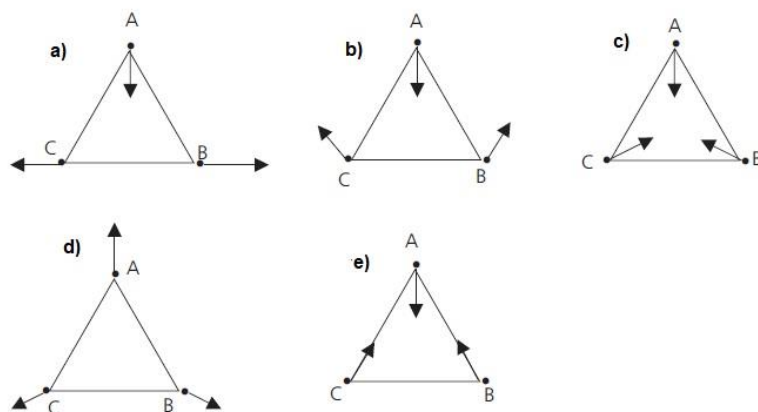


A fumaça poluída, ao passar pela grade metálica negativamente carregada, é ionizada e posteriormente atraída pelas placas coletoras positivamente carregadas. O ar emergente fica até 99% livre de poluentes. A filtragem do ar idealizada neste dispositivo é um processo fundamentalmente baseado na

- a) eletricidade estática.
- b) conservação da carga elétrica.
- c) conservação da energia.
- d) força eletromotriz.
- e) conservação da massa.

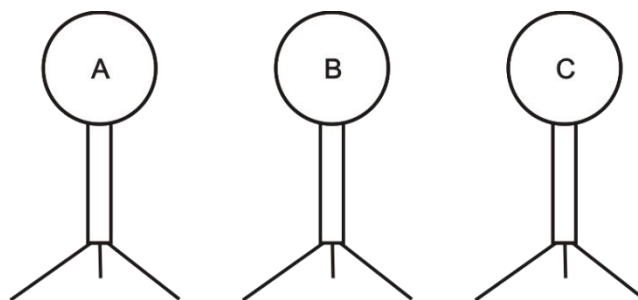
Questão 4: Essa questão abordou os conceitos da lei de Coulomb (Força Elétrica) e relembrou o conceito de vetor. Considerando as três turmas avaliadas, o percentual de acerto foi de 60%. Entendemos que a questão vetorial ainda é um problema que enfrentamos quando são abordados conceitos físicos. Consideramos que o percentual foi abaixo do esperado, mas como foi acima de 50% julgamos que nosso objetivo foi alcançado em parte.

4. (Fonte: Vestibular FUVEST, 1998) Três pequenas esferas carregadas com cargas de mesmo módulo, sendo A positiva e B e C negativas, estão presas nos vértices de um triângulo equilátero. No instante em que elas são soltas, simultaneamente, a direção e o sentido de suas acelerações serão melhor representadas pelo esquema:



Questão 5: Essa questão enfoca os conceitos de eletrização por contato, carga elétrica, conservação da quantidade de carga elétrica e também o conceito matemático de média aritmética. Uma quantidade significativa de alunos acertou essa questão. Considerando as três turmas avaliadas, o percentual de acerto foi de 72% e, assim, julgamos ter alcançado nosso objetivo.

5. (Fonte: Vestibular FATEC/SP, 2008) Três esferas condutoras idênticas A, B e C estão sobre tripés isolantes. A esfera A tem inicialmente carga elétrica de $6,4 \mu\text{C}$, enquanto B e C estão neutras.



Encostam-se as esferas A e B até o equilíbrio eletrostático e separam-se as esferas. Após isso, o procedimento é repetido, desta feita com as esferas B e C. Sendo a carga elementar $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$, o número total de elétrons que, nessas duas operações, passam de uma esfera a outra é:

- a) $1,0 \times 10^{13}$.
- b) $2,0 \times 10^{13}$.
- c) $3,0 \times 10^{13}$.
- d) $4,0 \times 10^{13}$.
- e) $8,0 \times 10^{13}$.



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2019.42890

Questão 6: Essa questão trabalha conceitos históricos (letra d), lei de Coulomb e o funcionamento do eletroscópio (letra c), conceitos de eletrização por contato (letra b) e conceito de eletrização por atrito (letra a). Essa questão foi a que apresentou o maior índice de acerto, 93%, de modo que julgamos ter alcançado nosso objetivo.

6. (Fonte: *Elaborado pelos autores, 2016*) Responda as questões a seguir. Pense com calma e tranquilidade!

- a) Ao se atritar dois materiais diferentes criamos carga elétrica? Justifique.
- b) Por que sentimos uma vibração nos dedos quando tocamos a tela da televisão?
- c) Descreva o funcionamento do eletroscópio baseado na lei de Coulomb.
- d) Qual é a diferença entre eletricidade resinsosa e vítrea?

Nas duas últimas aulas do bimestre, realizamos uma “mesa redonda” com os alunos para ouvir seus comentários, suas dúvidas e apreciações a respeito da forma como foi apresentado o conteúdo.

A análise dos resultados obtidos a partir da abordagem histórica relacionada ao conteúdo eletrostática resultou no desenvolvimento de uma classificação que envolve categorias, visto que, conforme estabelece Bardin:

A categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns destes elementos (BARDIN, 2011, p. 147).

Em nosso estudo, buscamos também identificar indicadores da aprendizagem conceitual. Essa atividade nos permitiu observar a evolução dos estudantes quanto aos conceitos de “Eletrostática” e a relação desses conceitos com o contexto da História da Física. Com a “mesa redonda” obtivemos um *feedback* dos alunos por meio de respostas orais e escritas que foram analisadas e separadas em três categorias construídas *a posteriori*: Aspectos Conceituais, História da Física e Aspecto Motivacional.

Foi um debate bastante entusiasmado, no qual foi possível fazer uma análise crítica daquilo que foi ministrado em sala de aula e o que foi realmente construído de conhecimento por parte dos alunos no contexto da Física e sua história: a professora se colocando em uma perspectiva mais dialógica com os estudantes e eles, dentro desse contexto, incentivados a participarem mais ativamente da discussão.



APRESENTAÇÃO E ANÁLISES DE RESULTADOS

A validade de se utilizar a História da Física como recurso para melhoria da aprendizagem de Física, promovendo evolução conceitual dos alunos, transparece em frases ditas e escritas pelos mesmos durante a realização da “mesa redonda” nas duas últimas aulas do bimestre.

Houve debates orais onde os alunos apresentaram suas impressões, comentários e dúvidas. Conforme já foi dito, as respostas dos alunos foram analisadas e separadas nas categorias: Aspectos Conceituais, História da Física e Aspecto Motivacional, sendo esta última a que forneceu um maior *feedback*, de acordo com o que mostra o quadro 1.

QUADRO 2 – FREQUÊNCIA DE OCORRÊNCIA DE RESPOSTAS EM CADA CATEGORIA

Categoria	Frequência (%)
Aspectos Conceituais	66
História da Física	74
Aspecto Motivacional	90

Fonte: Elaborado pelos autores

Apresentamos a seguir alguns exemplos de frases ditas ou escritas pelos alunos, visando ilustrar algumas de suas manifestações nas três categorias construídas:

a) Aspectos conceituais:

— “A gente usa celular o tempo todo, mas não tem ideia de que ele carrega por causa da eletrização!”.

— “Quer dizer que choque elétrico é uma transferência de cargas elétricas?”.

— “Gostei muito daquele aparelho, o eletroscópio, que a senhora falou. Ele funciona com atração e repulsão, não é? Percebi que muitos outros aparelhos do nosso dia a dia também funcionam por conta disso”.

— “Quer dizer professora que várias coisas que usamos no nosso dia a dia como notebook, micro-ondas, televisão, etc., utiliza processos de eletrização? Isso é muito legal!”.

— “Professora, em minha casa temos uma impressora a laser. Outro dia sem querer vi na internet que essas impressoras funcionam com eletrostática. Laser é uma evolução histórica da Física, não é mesmo?”.

b) História da Física:

— “Com a História fica muito mais fácil de entender Física”.



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2019.42890

- “Eu aprendi muito mais Física, depois de conhecer a sua História”.
- “Se não investigarmos o passado, não sabemos de onde e como as coisas acontecem”.
- “Entender como era a Física no passado é importante. Principalmente para a sabermos que alguém teve que dar o passo inicial para o desenvolvimento do mundo”.
- “É muito interessante descobrir através da História da Física como chegaram naqueles conceitos que estudamos”.

c) Aspecto Motivacional:

- “Ano passado eu detestava Física, esse ano eu tô achando muito legal”.
- “Conhecendo a História da Física temos uma noção mais aprofundada facilitando o entendimento na hora de fazermos os exercícios”.
- A História da Física esclareceu bastante as minhas dúvidas, me ajudou a entender o porque de estarmos estudando aquela matéria”.
- “É sempre bom saber mais e mais, para melhorar o nosso conhecimento. Com a História da Física eu acho que consegui isso”.
- “É importante conhecer o passado com sua História, para que nos nossos estudos, possamos melhorar nosso futuro”.

As dificuldades iniciais encontradas em nossa atividade docente foram gradativamente superadas no desenrolar do período das aulas, com os resultados positivos sinalizando que a componente curricular Física encontra-se repleta de historicidade, sendo a abordagem capaz de tornar a Física mais atraente, gerar expressivos deslumbramentos e proporcionar, ao menos em parte, a desejada aprendizagem dos estudantes.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio de uma abordagem apoiada no uso da História da Física observamos que houve uma melhor compressão por parte dos alunos acerca do fato da Física ser uma construção humana e que conhecer aspectos de sua História é relevante para a compreensão de seus conteúdos.

Sendo assim, neste contexto, a História da Física pode amparar os vários assuntos abordados e oferecer ao aluno a oportunidade de aprimorar sua capacidade de leitura e aperfeiçoar sua interpretação dos fenômenos físicos estudados, oferecendo alternativas para melhorar o ensino dessa componente curricular. Entretanto, as atividades e avaliação propostas apontaram para a necessidade de explorarmos mais intensamente a leitura, interpretação e discussão de textos relacionados à História da Física no ensino de Física para o Ensino Médio para que resultados mais expressivos em termos de aprendizagem possam ser alcançados.



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2019.42890

Entendemos que essa é uma proposta desafiadora, porém muito importante ao contribuir para o aperfeiçoamento dos processos de ensino e aprendizagem.

Ao abordarmos a Física de forma contextualizada pelo aspecto histórico constatamos que as aulas se tornaram mais atrativas para os alunos, fazendo-os sentirem-se mais motivados com a componente curricular e por conseguirem relacionar a Física com os fatos históricos mencionados e também ao seu cotidiano.

Equilibrar o ensino de História da Física e o ensino de conteúdos da Física constitui uma tentativa promissora para tornar essa disciplina mais humanizada e sua aprendizagem mais agradável, criando condições favoráveis para que o aluno se interesse em entender os conteúdos da Física e seu processo de construção e desenvolvimento, superando algumas limitações dos processos de ensino e de aprendizagem tradicionais e contribuindo, deste modo, para ampliar as relações sociais dentro do ambiente escolar.

Verificamos que o uso da História dessa Ciência possibilita mostrar que a Física está presente nas diferentes situações que envolvem diariamente os estudantes, permitindo elucidar questões e dando significado ao mundo em que vivemos.

Deste modo, eles podem compreender as mudanças tecnológicas e sociais que permeiam seu mundo vivencial, identificando na Física uma ferramenta capaz de ampliar seus conhecimentos e o entendimento acerca da realidade em que vivem, favorecendo deste modo seu desenvolvimento pessoal.

Uma aprendizagem significativa para os conteúdos de Física para o Ensino Médio pode ser concretizada com o uso de sua História como estratégia de ensino.

Acreditamos que a História da Física seja capaz, como verificamos na realização deste trabalho, de promover um ensino contextualizado e modificar a visão simplista que os estudantes possuem em relação à mesma, tida apenas como uma disciplina de aplicações matemáticas.

É necessário, portanto, dar passos concretos e entendemos ser a escola o espaço onde essa estratégia deve ser implementada. Por isso, acreditamos que pesquisas nessa área devem ser estimuladas, com o objetivo de propiciarem subsídios que auxiliem os professores em suas práticas docentes.

REFERÊNCIAS

ARANTES, Alessandra Riposati. *Elaboração de um material paradidático de Física: Textos e experimentos*. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Física de São Carlos (USP), 2002.

ASSIS, André Koch Torres. *Os Fundamentos Experimentais e Históricos da Eletricidade*. Montreal: C. Roy Keys Inc., 2010.



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2019.42890

AUSUBEL, David P.; NOVAK, Joseph D.; HANESIAN, Helen. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2011.

BINNIE, A. Using the history of electricity and magnetism to enhance teaching. *Science & Education*, n. 4, Volume 10, 2001. p. 379-389.

BOSS, Sergio Luiz Bragatto; FILHO, Moacir Pereira de Souza; CALUZI, João José. História da Ciência e aprendizagem significativa: o experimento de Coulomb. *VII ENPEC - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis, 2009.

BOSS, Sergio Luiz Bragatto; ANDRADE, Antonio Albérico Oliveira de; FILHO, Moacir Pereira de Souza; JÚNIOR, Donizete Aparecido Buscatti; CALUZI, João José. Ensino de Eletrostática no Ensino Médio – análise de uma proposta a partir da História da Ciência. *VIII ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Campinas, 2011.

BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio*. Brasília, 2000.

BRASIL. *PCN+ Ensino Médio; Orientações Educacionais Complementares ao PCN*. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Brasília: MEC; SEMTEC, 2002.

GUERRA, Andreia; REIS, José Claudio; BRAGA, Marco. Uma abordagem histórico-filosófica para o eletromagnetismo no Ensino Médio. *Caderno Brasileiro do Ensino de Física*, v. 21, ago 2004, p. 224-248.

HENKE, Andreas; HOTTECKE, Dietmar. Physics Teachers' Challenges in Using History and Philosophy of Science in Teaching. *Science & Education*, n. 4, Volume 24, p. 349–385, 2015.

LEONTIEV, A. *O desenvolvimento do psiquismo humano*. São Paulo: Centauro, 2004.

MACHADO, Kleber Daum. *Teoria do Eletromagnetismo*. Volume 1. Ponta Grossa: UEPG, 2000.

MAGALHÃES, Murilo de F.; SANTOS, Wilma M. S.; DIAS, Penha M. C.. Uma Proposta para Ensinar os Conceitos de Campo Elétrico e Magnético: uma Aplicação da História da Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 24, n. 4, dezembro, 2002

MORAES, J. U. P. e ARAÚJO, M. S. T. *O Ensino de Física e o Enfoque CTSA: caminhos para uma educação cidadã*. Editora Livraria da Física, São Paulo – SP, 2012.



DOI: 10.12957/e-mosaicos.2019.42890

MOREIRA, M.A. e MASINI, E.A.F.S. *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes, 1982.

MOREIRA, M. A. *Teorias da Aprendizagem*. São Paulo: EDU, 1999.

MATTHEWS, Michael R.. História, Filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense do Ensino Física*, v. 12, n. 3, dez 1995. p. 164-214.

QUINTAL, João Ricardo; GUERRA, Andréia. A história da ciência no processo ensino-aprendizagem. *Física na Escola*, v. 10, n. 1, 2009.

_____. Física na história: uma abordagem histórico-filosófica no ensino de ciências. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias. Barcelona, 2009. p. 813-816.

RAICIK, Anabel Cardoso; PEDUZZI, Luiz O. Q.. Um resgate histórico e filosófico dos estudos de Stephen Gray. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* Vol. 16, n. 1, 2016.

SANTOS, A. J. J.; VOELZKE, M. R.; ARAÚJO, M. S. T. O Projeto Eratóstenes: a reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da Astronomia no Ensino Médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.29, n. 2, , 2012. p. 1137-1174.

SILVA, José Nilson. Uma abordagem histórica e experimental da Eletrostática. *Macapá: Estação Científica (UNIFAP)*, v. 1, n. 1, 2011. p. 99-113.

Recebido em 22 de maio de 2019.

Aceito em 14 de agosto de 2019.



A e-Mosaicos Revista Multidisciplinar de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura do Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira (CAp-UERJ) está licenciada com uma Licença [Creative Commons - Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Os direitos autorais de todos os trabalhos publicados na revista pertencem ao(s) seu(s) autor(es) e coautor(es), com o direito de primeira publicação cedido à e-Mosaicos.

Os artigos publicados são de acesso público, de uso gratuito, com atribuição de autoria obrigatória, para aplicações de finalidade educacional e não-comercial, de acordo com o modelo de licenciamento Creative Commons adotado pela revista.