

SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA DISCUSSÃO DO CONCEITO DE CORRENTE ELÉTRICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: APORTES DA HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA E DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

Didactic Sequence for discussion of the concept of electric current in basic education: contributions from the history and philosophy of science and meaningful learning

Helton Tompson Lima Costa [heltontompson@gmail.com]

Universidade Federal do Piauí – UFPI

Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física

Campus Universitário Ministro Petrônio Portella

CEP: 64049-550 – Teresina – Piauí

Boniek Venceslau da Cruz Silva [boniek@ufpi.edu.br]

Universidade Federal do Piauí – UFPI

Campus Universitário Ministro Petrônio Portella

CEP: 64049-550 – Teresina – Piauí

Recebido em: 13/02/2024

Aceito em: 05/09/2024

Resumo

Este trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza translacional, a qual buscou construir, aplicar e analisar uma Sequência Didática (SD), fundamentada, principalmente, na teoria de aprendizagem significativa, que utilizou-se de tópicos de História e Filosofia da Ciência (HFC) para elaboração de uma proposta de produto educacional com foco nas discussões de conteúdos de e sobre corrente elétrica no ensino médio. A proposta foi implementada em uma turma do ensino médio de uma escola pública na cidade de Campo Maior, interior do Piauí. Como principais dados, podemos destacar dois principais grupos, a saber: (1) aprendizagem de elementos da Natureza da Ciência dentro do produto educacional e (2) aprendizagem de conteúdos relacionados ao campo da corrente elétrica. Sobre o primeiro, por exemplo, podemos citar a observação de indícios da existência de uma visão mais apurada sobre a mutabilidade, a não neutralidade e não absolutismo na Ciência. Já, o segundo grupo, destacamos que é possível perceber que os estudantes demonstraram ter estabelecidos conceitos adequados em relação a corrente elétrica e seus efeitos, tanto na escala macroscópica quanto microscópica. Por fim, acreditamos que este trabalho pode trazer ganhos ao ensino de Física, de modo geral, e ao de corrente elétrica, em específico, pois além de ser um instrumento para contribuir para a formação de uma visão congruente com a cientificamente aceita, ele também auxilia na desmistificação de ideias questionáveis sobre a Ciência.

Palavras-chave: Ensino Médio; Sequência Didática; Natureza da Ciência; Corrente Elétrica.

Abstract

This work is qualitative research, of a translational nature, which sought to build, apply and analyze a Didactic Sequence (DS), based mainly on the theory of meaningful learning, which used topics from History and Philosophy of Science (HFC) to develop a proposal for an educational product focusing on discussions of content about and about electric current in high school. The proposal, we used in a high school class at a public school in the city of Campo Maior, in the interior of Piauí. As main data, we show two main groups, namely: (1) learning elements of the Nature of Science within the educational product and (2) learning content related to the field of electric current. Regarding the first, for example, we can mention the observation of signs of the existence of a more refined vision about mutability, non-neutrality and non-absolutism in Science. In the second group, we highlight that it is possible to see that the students demonstrated that they had established adequate concepts in

relation to electric current and its effects, both on a macroscopic and microscopic scale. Finally, we believe that this work can bring gains to the teaching of Physics, in general, and to the teaching of electric current, in specific, as in addition to being an instrument to contribute to the formation of a vision congruent with the scientifically accepted one, it also assists in demystifying questionable ideas about Science.

Keywords: High school; Didactic Sequence; Nature of Science; Electric Current.

Introdução

Ao longo dos anos, sejam a partir da nossa perspectiva pessoal como professores ou como já destacado na literatura especializada, um dos cenários percebidos nas aulas de Física no ensino médio são caracterizados como puramente matemática, por parte dos docentes, na qual destacam-se a descontextualização da disciplina com a vida dos estudantes, perpassando uma compreensão de não utilidade dos conteúdos ensinados fora do contexto escolar. Esse problema acaba por se tornar um desafio enorme, tanto para professores de Física, como também para alunos no processo de aprendizagem de conceitos físicos. Devido a esse fato, vemos a importância de se buscar soluções que possibilitem uma contribuição de forma mais positiva e significativa para sobrepujar tal situação.

Entendemos que essa forma de ensino não corrobora para a formação de um cidadão crítico, atuante na sociedade e com ferramentas para discernir a melhor decisão a ser tomada frente aos desafios que vai enfrentar durante sua vida. Isso, vai de encontro, por exemplo, com a Lei 9.394, conhecida como Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (BRASIL, 1996) onde, no seu artigo 36, afirma dentre outras coisas, que o currículo do Ensino Médio: “I - [...] destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura e II -[...] adotará metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes”.

Do exposto acima, buscamos, neste trabalho, observar que o ensino de Física não deve ser construído em torno de uma lógica puramente matemática e cheia de modelizações, mas, sim, também, contextualizada com as mais várias áreas do conhecimento, como a filosofia e a sua história, por exemplo. Além disso, esses critérios orientam no sentido de integrar esse conhecimento com a tecnologia e com a responsabilidade social, temas importantes e presentes ao longo de toda a Física, vinculando-se a uma perspectiva mais ampla acerca da educação no Brasil. É preciso sempre se repensar a forma como ensinamos Ciência e, em particular, Física. Deve-se promover uma reflexão a respeito do quadro em que nos encontramos e uma proposta possível e com possibilidades reais de Ciência como uma lente de problematizar os problemas que foram anteriormente apresentados. Portanto, defendemos a utilização da História e Filosofia da Ciência (HFC) como metodologia de ensino de Física.

Neste ponto, Moura (2014) em seu artigo “O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência?” nos afirma que um grande número de estudiosos, nos mais diversos níveis da área da educação, têm apontado que não se aprendam e ensinem somente Ciência, mas também sobre a Ciência. Ele continua informando que na literatura especializada no mundo percebe-se a existência de diversos trabalhos que abordam este assunto, contribuindo para que tenhamos uma linha de pesquisa e atuação definidos. Segundo esses trabalhos, o entendimento sobre a Ciência envolve compreender o que é denominado de Natureza da Ciência (NdC).

Para Silva (2020) a NdC:

[...] retrata a integração de diferentes campos do saber como, por exemplo, Filosofia, História, Antropologia, Sociologia e Psicologia em torno do entendimento de como o conhecimento científico é produzido, internalizado, comunicado e até mesmo refutado. Sendo assim, ela

refere-se à busca de respostas para diferentes questões, a saber: o que é a Ciência, como ela trabalha, os valores e crenças inerentes ao campo científico, relações existentes entre a Ciência e a sociedade, dentre outras. (SILVA, 2020, p.70).

Serão considerados nesse trabalho os seguintes aspectos sobre a NdC, encontrados em Moura (2014) que são:

(i) A Ciência é mutável, dinâmica e tem como objetivo buscar explicar os fenômenos naturais; (ii) A Ciência não é um conhecimento estático, todavia em constante transformação, sempre com o objetivo de compor modelos explicativos para os fenômenos do mundo natural. Negase, portanto, a visão de que a Ciência é um conjunto de verdades absolutas a serem aceitas cegamente. Pelo contrário, por ser conhecimento em contínua mudança, ela está sempre se reformando internamente, revendo seus modelos e bases, o que implica que nossa própria percepção dela também muda com o tempo; (iii) Não existe um método científico universal. Há um consenso muito amplo a respeito deste aspecto da natureza da Ciência. Ao contrário das visões de senso comum sobre o método científico, os pesquisadores na área concordam que não existe um conjunto de regras universais a serem seguidas para fazer Ciência; (iv) A teoria não é consequência da observação/experimento e vice-versa. No senso comum, tem-se a concepção de que uma teoria científica sempre é consequência de um experimento, o qual, se realizado em um determinado número de vezes e de circunstâncias, prova a teoria. Diversos autores na literatura têm combatido essa visão da Ciência (v) a impossibilidade da prova na Ciência. A Ciência, de outra perspectiva, constrói modelos, explicações, conceitos a respeito do mundo natural que são embasados pelo arcabouço de saberes, metodologias, pressupostos epistemológicos, sociológicos e filosóficos da Ciência. Estas construções são, no fim, sempre provisórias, transformando-se ao longo do tempo e das sucessivas mudanças de contextos científicos, sociais, culturais etc; (vi) A Ciência é influenciada pelo contexto social, cultural, político etc., no qual ela é construída. Este aspecto evidencia a não neutralidade da Ciência e do pensamento científico, isto é, nenhuma ideia científica ou cientista está envolta numa redoma intransponível; pelo contrário, suas concepções, as questões da época, o local em que vivem e as influências que sofrem podem desempenhar um papel importante na aceitação, rejeição e desenvolvimento das ideias da Ciência; (vii) Os cientistas utilizam imaginação, crenças pessoais, influências externas, entre outros para fazer Ciência. No senso comum, há uma noção de que o cientista está alheio ao mundo ao redor, fazendo uma Ciência neutra e livre de influências. Entretanto, a análise da construção da Ciência revela uma característica de todo cientista: eles são seres humanos comuns, por isso, cometem erros, utilizam de suas crenças e expectativas para elaborar e legitimar suas ideias, têm qualidades e defeitos etc. (Moura, 2014, p.3, grifo nosso).

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) também enfatiza que “a contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimento humano e social” (BRASIL, 2018, p.551).

A partir da potencialidade da HFC como ferramenta para melhorias no processo de compreensão da NdC e da própria Física, procuramos contribuir para um melhor cenário do ensino de corrente elétrica na educação básica, buscando-se a utilização de aspectos da História da Ciência e da Natureza da Ciência, atrelada a alguns conceitos da teoria da aprendizagem significativa, no sentido da construção, aplicação e análise de uma sequência didática (SD). Assim, a SD centra-se em alguns conteúdos de Física e aspectos da Natureza da Ciência. O tema escolhido possui uma forte relação entre o que é experimentado na vivência diária do aluno e o que é apresentado em sala de aula.

Dessa forma, a escolha do tema deu-se em razão do contato corriqueiro com fenômenos elétricos, nos quais, os estudantes trazem uma bagagem de conhecimento muito interessante para a sala de aula, possibilitando-lhes oportunidades ao professor para abrir discussões e contextualizações desses fenômenos nessas situações vividas pelos mesmos.

Sendo assim, o objetivo desse artigo é justamente apresentar uma proposta didática, ora intitulado como produto educacional, que buscou criar, aplicar e analisar uma sequência didática,

baseada em aspectos da teoria da aprendizagem significativa e elementos da História e Filosofia da Ciência, para discussão do conceito de corrente elétrica como sua contextualização histórico-epistemológica, no ensino médio.

Aspectos da Teoria da Aprendizagem de Ausubel

Por muito tempo a filosofia behaviorista dominou (e ainda é possível encontrá-la) o cenário escolar. Os materiais produzidos, os teóricos estudados e a própria escola se enquadravam nessa perspectiva. Mas, vemos hoje que essa forma de pensar e trabalhar vem sendo modificada por outras abordagens, proporcionando possibilidades diversas de tanto se encarar a sala de aula como de se explicá-la, por mais que vestígios do comportamentalismo ainda estejam presentes em alguns lugares. Neste ponto, Moreira (2011a) salienta que:

[...] no contexto educativo, hoje quase não se fala mais em estímulo, resposta, reforço positivo, objetivos operacionais, instrução programada e tecnologia educacional. Estes conceitos fazem parte do discurso usado em uma época na qual a influência comportamentalista na educação estava no auge e transparecia explicitamente nas estratégias de ensino e nos materiais educativos. Nessa época, o ensino e a aprendizagem eram enfocados em termos de estímulos, respostas e reforços, não de significados (MOREIRA,2011a, p.25).

Como visto, o comportamentalismo vem perdendo lugar e outras teorias ganharam espaço no cenário educacional e uma delas, a que será usada neste trabalho, é a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Ela é cognitivista e procura explicar como novas informações adquiridas por uma pessoa podem se relacionar com as que já possui. Quando novas informações são incorporadas por um indivíduo, podemos apontar para a direção de uma aprendizagem. Moreira (2011a) define como:

[...] o processo por meio do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito. (MOREIRA,2011a, p.26).

Como é possível observar, existem duas características básicas que precisam ser contempladas na forma em que o novo conhecimento se relaciona com conhecimentos prévios presentes na estrutura cognitiva para que ocorra aprendizagem significativa que são a não-arbitrariedade e a substantividade.

Ao falarmos em relação não arbitrária, estamos afirmando que as novas informações e/ou conhecimentos a serem aprendidas devem se relacionar com aspectos relevantes da estrutura cognitiva, o que faz necessário ter uma clareza de quais são esses aspectos, ou seja, os subsunçores. Já, para que o novo conhecimento se relacione de forma substantiva, é necessário saber que ele não é o símbolo/conceito que o representa; mas, a essência que eles trazem. Isto significa que o aprendizado não deve ocorrer de forma literal. O estudante ao ser apresentado a determinado conceito deve ser capaz de descrevê-lo de diversas formas e saber exemplificá-lo.

Assim, os subsunçores tornam-se importantes no processo de assimilação do conceito. Portanto, no processo de aprendizagem existe, entre outras, a interação entre o aprendiz e o material de ensino, como, por exemplo, um vídeo, uma simulação, um texto histórico, uma dinâmica em sala de aula, dentre outros. Sabendo que existe essa interação, devemos estar atentos a como ela ocorre, pois a mesma não deve acontecer de qualquer maneira. Precisamos estar atentos:

1. Saber quais subsunçores são relevantes para o que se quer ensinar;
2. Reconhecer se esses estão corretos no seu significado;
3. Ter a certeza que os subsunçores estão na estrutura cognitiva de quem vai aprender.

Dessa forma, é preciso estar ciente que o material seja potencialmente significativo, ou seja, relacionável de forma não literal e substantiva, potencializando interações com o aprendiz e ancoragens com a sua estrutura cognitiva. Assim, um bom material didático possibilita a sua interação com os conhecimentos prévios dos estudantes.

Resumindo, para a ocorrência da aprendizagem significativa é necessário que o novo conhecimento se relacione de forma não arbitrária e não literal com uma parte relevante da estrutura cognitiva de quem aprende. Contudo cabemo-nos indagar: E, se eles não existirem ou não forem suficientemente claros, o que fazer a respeito?

Para responder à pergunta anterior, precisamos estar cientes de que a aprendizagem mecânica ocorre quando um novo conhecimento não se relaciona de maneira significativa (ou seja, de forma memorística e sem a presença de subsunçores) com os conhecimentos prévios. Sabendo disso, quando se percebe que o aprendiz não possui conhecimentos relevantes para servirem de subsunçores ou não tem uma ideia clara com o que se relacionar em frente ao que lhe é apresentado, é necessário que o professor providencie um material capaz de fornecer uma ponte entre esses conhecimentos e que é conhecido como organizadores prévios.

Moreira (1999) define organizador prévio como:

[...] um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que geralmente estão no mesmo nível de abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas (MOREIRA, 1999, p.11).

Os organizadores prévios serão úteis somente quando forem relacionáveis tanto com a estrutura cognitiva quanto aos novos conceitos apresentados, sendo esse requisito alcançados, serão recursos importantes no processo de ensino e aprendizagem. No próximo tópico, iremos apresentar os aspectos metodológicos da nossa pesquisa e do texto didático idealizado na pesquisa. No próximo tópico, falaremos sobre a estrutura da pesquisa.

Desenho metodológico do estudo

A pesquisa se enquadra como qualitativa e de natureza translacional, pois segundo Marconi (2003) e Moreira (2011b), o investigador encontra-se imerso no local pesquisado, os dados coletados são descritivos e existe a preocupação com o processo desenvolvido e não, somente, com o produto. Também, segundo Moreira (2011) ela se encaixa como interpretativa, pois:

[...] interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos às suas ações em uma realidade socialmente construída, por meio de observação participativa, isto é, o pesquisador fica imerso no fenômeno de interesse. Os dados obtidos por meio dessa participação são de natureza qualitativa e analisados de forma correspondente (MOREIRA, 2011, p.76).

No que diz respeito ao objetivo central desta investigação, ela foi de construir, aplicar e analisar uma Sequência Didática (SD) desenvolvida sob a perspectiva da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e que aborda tópicos de História e Filosofia da Ciência. Segue-se abaixo como está estruturada.

Introdução: Um questionário de conhecimentos iniciais, contendo 3(três) questões. Como na SD foram utilizados tópicos de HFC e a parte conceitual de corrente elétrica fez-se necessário que na construção do questionário esses pontos fossem levados em conta, por esse motivo as questões buscaram acessar os conceitos que os participantes tinham sobre a Ciência e estrutura da matéria, pois eram relevantes para a aprendizagem de conceitos mais complexos e estruturados. Os dados colhidos por meio dessa etapa foram posteriores tomados como ponto de partida, para elaboração das próximas atividades, buscando-se, com isso, uma melhor estruturação da SD. Foi usada (1) hora-aula para aplicação do questionário inicial.

Organizador prévio: (Texto didático histórico, veja Apêndice 1) - O texto foi construído com o auxílio de uma extensa pesquisa bibliográfica sobre a evolução conceitual da eletricidade, em particular a corrente elétrica e o seu contexto sócio-histórico de elaboração. Para o desenvolvimento do texto foram usados como ponto de partida os conhecimentos iniciais identificados na atividade de introdução. Como o texto foi estruturado se deve a constatação por meio da análise das respostas colhidas no questionário de uma visão inadequada sobre a Ciência, tendo como base para confrontação das ideias apresentadas pelos estudantes, os critérios atuais sobre o que é Ciência, que foram abordados na introdução deste trabalho. Foram apresentados tópicos de HFC, por meio de episódios históricos selecionados, buscando-se um caminho para uma melhor compreensão de aspectos como, por exemplo, a Ciência é uma construção humana, mutável, não neutra, que não segue à risca um método científico universal. O principal objetivo dessa atividade foi ajudar os estudantes a formarem uma concepção mais adequada sobre o que é (ou não) Ciência. Como instrumento de coleta de dados, foram elaboradas questões no próprio texto. Usamos (2) horas-aulas para aplicação do instrumento.

Contextualização do conceito de corrente elétrica e Revisão conceitual: Tomando como base as dúvidas dos estudantes (sejam elas relativamente ao conceito de corrente elétrica ou aos aspectos da natureza do conhecimento científico), o professor-pesquisador buscou as suas problematizações no intuito de uma melhor assimilação das ideias discutidas em sala de aula. Foram utilizadas (2) horas aulas. Resolvemos diferenciar esta etapa em 2 passos, pois a contextualização foi feita a parte matemática do conceito de corrente elétrica, algo que não constava no texto didático. A próxima, que foi ligada a de contextualização, foi a revisão conceitual, na qual trazemos para discussão os problemas relacionados sobre a imagem da Ciência e dificuldades matemáticas na compreensão do conceito de eletricidade. Por fim, esclarecemos que a retomada de conceitos é uma fase processual e contínua do docente. Dito isto, escolhemos unir as duas.

Construção do mapa conceitual: O mapa conceitual foi a avaliação final da SD. Buscamos usá-lo como uma ferramenta de avaliação de todo o processo de ensino do conceito de corrente elétrica que buscamos introduzir na SD. Nessa última etapa, usamos (2) horas-aulas.

A SD foi aplicada em escola pública nordestina, localizada em um município do interior, distante 200 km da capital. Ela conta, atualmente, com dois turnos: o matutino e vespertino. No que diz respeito à pesquisa, ela foi realizada em quatro turmas do 3º ano do ensino médio do turno vespertino e no contexto da pandemia da COVID-19¹. Em geral, as turmas tinham entre 25 e 29 alunos. Em média, os discentes tinham 16 anos.

A escola possui 28 salas, TV, impressora, aparelho de som, aparelho de DVD, projetor multimídia, copiadora, uma biblioteca, laboratório de informática com acesso à internet. Devido a sua centralidade, ela recebe alunos do bairro onde ela é situada de bairros vizinhos, como também

¹ As aulas ocorreram de forma remota. Muitos dos estudantes tiveram dificuldades, devido ao acesso à internet, de acompanhar na sua plenitude a aplicação da SD. Buscamos que a própria SD fosse mais inclusiva. Assim, além de aulas expositivas e dialogadas, os textos históricos didáticos foram impressos e deixados na escola para os estudantes, possibilitando uma maior participação.

estudantes da zona rural.

No próximo tópico apresentamos a análise da aplicação da SD.

Análise da aplicação da SD

Neste tópico serão analisados os dados coletados pelas atividades e práticas elaboradas na SD. A análise segue a sequência das atividades propostas na metodologia. Para que se mantenha o anonimato dos participantes da pesquisa (os alunos), será feita a seguinte renomeação, a saber: o primeiro aluno do diário escolar do professor do 3º ano A recebe o código A-1, o segundo, A-2, o terceiro, A-3 e de modo análogo nas turmas B, C e D.

Começaremos nossa análise pela atividade inicial, a qual se encontra na **Introdução** da nossa SD. Participaram quarenta e três (43) estudantes das turmas de 3º ano, na média. Verificou-se que as respostas encontradas entre os estudantes das turmas não apresentaram diferenças significativas. Em razão disso, não se percebeu a necessidade de realizar análises por turmas. Logo, foi feita uma análise detalhada das questões que compõem o questionário. A forma utilizada na primeira será repetida para as demais. Começaremos com a primeira questão, que é a seguinte:

Questão 1 – Em disciplinas como Biologia, Química e Física, vocês estudaram muitas teorias científicas que propõe modelos para explicar variados fenômenos, por exemplo, a **Gravitação Universal** que é utilizada para explicar o movimento dos corpos celestes, o **Evolucionismo**, que é utilizado para explicar a evolução dos seres vivos, dentre outras. Como você acredita que essas e outras teorias foram construídas?

As respostas coletadas sobre o que os participantes entendem que seria a Ciência agrupadas, seguindo o critério de semelhança, isto é, ideias próximas escritas de maneira distinta. Feito isso, observou-se três grupos, que foram renomeados, a saber, Método Científico Universal, A teoria é consequência da observação/experimento e Respostas confusas. No quadro 1, que segue, é mostrado a porcentagem, por categoria, de respostas dadas a pergunta acima.

Quadro 1 – Categorias elaboradas com as respostas a primeira pergunta do questionário

Categoria	Frases representativas	Frequência
Método Científico Universal	<i>D5: Por meio do uso do método científico para a formulação de teoria e fórmulas.</i>	35
A teoria é consequência da observação/experimento	<i>D1: Fazendo vários testes e experimentos até chegar a conclusões dessas teorias.</i>	6
Respostas confusas	<i>A13: De acordo com a velocidade seus conceitos e 'formula'.²</i>	2
Total*		43

Fonte: Elaborado pelos autores

Questão 2 - Durante seu tempo na escola, você estudou vários ramos da Física, como, por exemplo, Mecânica, Termodinâmica, Ondulatória, dentre outros. Tratando desse tema, o que você sabe a respeito da Eletricidade?

As respostas coletadas sobre o que os participantes entendem que é Eletricidade seguiu o mesmo procedimento da questão 1. Feito isso, observou-se três grupos, que foram renomeados, a saber, Carga elétrica, Aplicável e importante e Não responderam. No quadro 2 é mostrado a

² As respostas dos estudantes foram transcritas literalmente, considerando-se possíveis problemas de linguagem.

porcentagem, por categoria, de respostas dadas à questão 2.

Quadro 2 – Categorias elaboradas com as respostas a segunda pergunta do questionário

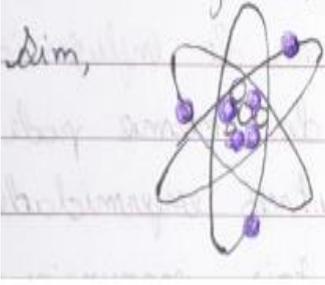
Categoria	Frases representativas	Frequência
Carga elétrica	<i>D10: Estuda o fenômeno das cargas elétricas e os efeitos que produzem. C11: O movimento das cargas elétricas.</i>	31
Aplicável e importante	<i>A3: Possui uma extrema importância p/ a sociedade diariamente, e seu estudo é essencial. B20: É muito importante para nosso dia a dia</i>	10
Não responderam	-	2
Total		43

Fonte: Produzido pelos autores.

Questão 3 - Nos anos anteriores você já ouviu falar sobre os elementos químicos e de que eles são constituídos? Se a resposta for sim, descreva como você entende a composição da matéria e do que ela é feita?

No quadro 3, que segue, é mostrado a porcentagem por categoria de respostas dadas à questão 3.

Quadro 3 – Categorias elaboradas com as respostas dadas para a terceira pergunta do questionário inicial

Categoria	Frases representativas	Frequência
Átomos	<i>C19: A matéria é feita de átomos, e não, não seria ela a menor partícula, mas é dito que as coisas são compostas, existem vários tipos de átomos, os de carbono, hidrogênio, e assim ela se junta, misturam-se e formam elementos.</i>	18
Tem massa e ocupa lugar	<i>B15: Sim, a matéria é tudo aquilo que tem massa e ocupa lugar no espaço.</i>	15
Símbolo		5
Não responderam	-	5
Total		43

Fonte: Produzido pelos autores.

Os problemas relacionados aos questionamentos feitos sobre a Natureza da Ciência eram recorrentes em outras experiências dos autores em anos anteriores, fato que, também motivou a pesquisa. Dito isto, após a aplicação das questões acima, notamos que o fenômeno foi repetido, fato que motivou uma intervenção didática. Nessa fase foi preciso a construção de operador prévio, devido à natureza do nosso produto educacional foi feito um texto didático histórico, com implicações filosóficas, que pode ser visto no apêndice 1.

A segunda fase chamamos de organizador prévio e constou do uso do texto didático I. Dessa atividade, fizeram-se presentes e participaram quarenta e cinco (45) estudantes das turmas de 3º ano. Verificou-se que as repostas encontradas entre os estudantes das turmas não apresentaram diferenças significativas. Em razão disso, não se percebeu a necessidade de realizar análises por turmas. Ao longo do texto há várias questões de interação entre os estudantes e os questionamos quais delas eles gostariam de responder. Esclarecemos que as demais, mesmo que indiretamente, foram problematizadas nas aulas expositivas. Vamos a elas.

Questão 1: Uma explicação dada sobre determinado fenômeno era mantida para sempre? Justifique.

Essa questão tem objetivo de identificar concepção a respeito da mutabilidade da Ciência. Notamos que todos os discentes participantes observaram a natureza mutável da Ciência, o que pode denotar a capacidade do texto neste sentido. Para os participantes, a Ciência sofre mudanças, sejam elas abandonos, correções, complementos, dentre outros. Claro que não encontramos aprofundamento em todas as respostas e, também, não estão corretos todos os fatores apresentados para justificar essas mudanças, fato esse, que também precisa ser levado para consolidação e aprofundamento no decorrer das atividades e na etapa de revisão. Vejamos alguns exemplos de repostas:

Aluno A-10: *“Não, de acordo com as condições da época de cada cientista ‘era’ refletidas nas teorias, cabe a próxima geração dar continuidade nos estudos a fim de concordar/confirma ou discordar, como ocorreu com Galvani que foi contrariado por Volta”*
 Aluno C-28: *“Não, poderia ser renovada, podia se completar com o passar dos anos, a Ciência está sempre evoluindo”*
 Aluno C-8: *“Com novas descobertas surgem novas leis”*

A próxima questão, que trataremos do texto didático histórico, buscava uma investigar como os estudantes entendiam a influência de fatores extracientíficos na Ciência. Observe: *Questão 2* - Essas explicações podem ser influenciadas por fatores como política, religião, ideologias, entre outros? Justifique.

Notamos que 35 (78%) dos estudantes apontaram que os fatores extracientíficos influenciam na Ciência e 10 (22%) disseram que não. O quadro 4 traz exemplos das falas.

Quadro 4 – Influência de fatores extracientíficos

Categoria	Falas representativas
Fatores extracientíficos influenciam	Aluno A-17: <i>“Sim, pois cada cientista tem sua vida e acredita em coisas diferentes, então com certeza irá interferir e será influenciado em suas pesquisas”</i> . Aluno C-23: <i>“Sim, pois cada um tem sua religião e</i>

Fatores extracientíficos não influenciam	<p><i>ideologia”.</i></p> <p>Aluno A-20: <i>“Não, pois a Ciência é todo o conhecimento advindo do estudo comprovado e baseado em fatos e experimentos reais sem interferência do sobrenatural”</i></p> <p>Aluno B-19: <i>“Não, elas só podem ser influenciadas por fatores físicos comprovados pela experiência”.</i></p> <p>Aluno D-20: <i>“Não, ela vem de experimentos e testes”.</i></p>
--	--

Fonte: Os autores

Vale salientar que os estudantes responderam as questões sem a intervenção do professor-pesquisador.

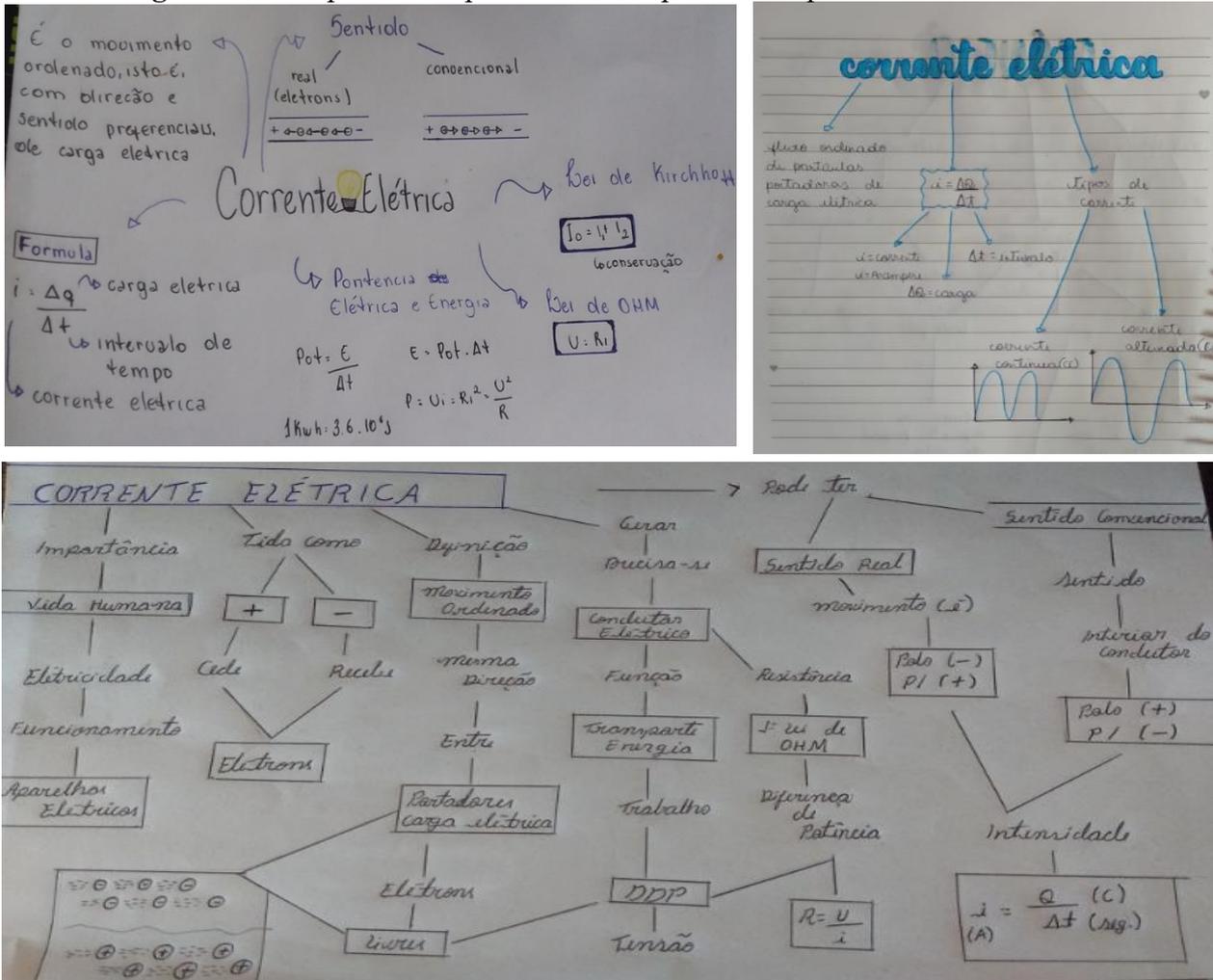
A terceira etapa foi a de Contextualização do conceito de corrente elétrica e Revisão conceitual. Foram feitas aulas expositivas (por exemplo: conceituação matemática dos conceitos de eletricidade e resolução de questões do livro texto) nas quais buscou-se introduzir o conceito, em tela, como também problematizar os resultados do questionário da introdução (por exemplo, problematização dos conceitos distorcidos sobre a Ciência) e as percepções retiradas, pelo professor-pesquisador, no texto didático histórico, que serviu como organizador prévio.

Vale ressaltar que a fase de conceituação da eletricidade por intermédio de ferramentas matemáticas não se valeram de fundamentos históricos e filosóficos. Dado este motivo, foi resguardado a discussão desta etapa, mesmo que ele tenha, de certa forma, alguma interferência no processo.

Nessa fase, os alunos responderam a várias questões conceituais propostas pelo docente e foi incentivado o debate das ideias. Foi possível observar que a maioria da turma mostrou um domínio satisfatório do conteúdo. Os poucos desvios encontrados, não são todos de origem física e sim, de uma má interpretação ou erros matemáticos, o que nos permitiu concluir a usabilidade do texto base produzido para o ensino e aprendizagem de corrente elétrica.

A próxima etapa foi a construção do mapa conceitual, que possibilitou uma maior compreensão do entendimento dos estudantes sobre a noção de corrente elétrica. O objetivo dessa atividade é buscar informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. Nesta atividade tivemos uma menor participação dos estudantes, na qual obtivemos o retorno de 30 mapas conceituais. Na figura 1, disponibilizamos alguns exemplares.

Figura 1: Exemplos de Mapas conceituais produzidos pelos estudantes



Fonte: Extraído das atividades dos estudantes

Em nenhum dos trabalhos coletados foi encontrado um mapa que contemplasse o conteúdo histórico abordado em sala de aula, o que pode apontar a dificuldade de tais conhecimentos na educação básica, principalmente em turmas que nunca tiveram essa experiência.

É possível perceber o conceito principal, mais geral, que é corrente elétrica, sendo relacionado, a ele, conceitos secundários e mais específicos. Como foi observado, os alunos apresentam uma certa congruência na relação que eles atribuem entre os conceitos gerais e específicos, e nos casos apresentados acima, existe, ainda, uma relação entre conceitos específicos.

Salientamos, também, que foi a primeira vez que os alunos participantes da pesquisa trabalharam com mapas conceituais. Apesar da discussão do professor-pesquisador sobre o processo de construção, notamos que a maioria produziu mapas mentais. Entretanto, apresentamos o mapa 3, o que faz correlações entre os conceitos.

Por fim, informamos que os alunos ficaram livres para a produção do mapa conceitual, no qual foi solicitado que usassem o tema corrente elétrica. Como já exposto, o texto didático pouco influenciou, pois ele trazia conceitos históricos e filosóficos que foram deixados de lado na produção. Por ser uma estratégia usada no período da pandemia, o professor-pesquisador teve pouco controle nesta etapa. Esperamos que em uma aplicação futura, de forma presencial, possamos notar uma maior inserção de elementos da História e Filosofia da Ciência nos mapas produzidos.

À guisa de conclusão

Neste trabalho buscou-se apresentar uma proposta de ensino (produto educacional) diferente da forma diferente habitual que é tratada os estudos sobre a corrente elétrica. Já é quase um consenso na literatura a busca de novas metodologias que se distanciem puramente da aplicação matemática e quase dogmática da Física, com um fim quase exclusivamente propedêutico. Na proposta, que apresentamos neste trabalho, buscamos apresentar para os estudantes não o produto final de conhecimentos produzidos pela Ciência, pelo contrário, foram apresentados ao longo processo de desenvolvimento das teorias e leis a respeito da Eletricidade, em particular, corrente Elétrica, acentuando-se suas controvérsias, dilemas e erros inerentes ao processo.

Entende-se, com base na literatura consultada (por exemplo: Silva, 2020), que o uso de um formalismo puramente matemático e apresentação de conceitos de forma dogmática, que, em muitos casos, é dado ao ensino de corrente elétrica, no Ensino Médio, acaba dificultando a discussão de concepções que os alunos tem do assunto abordado, bem como dificulta a compreensão de elementos da Natureza da Ciência.

Aliado a isso, temos a postura de alguns docentes que, em alguns casos, por falta de uma melhor formação, desconsideram os conhecimentos prévios dos estudantes. Acreditamos que com uma melhor formação, os docentes podem oportunizar ótimos momentos de discussões em sala, tomando como ponto de partida o que o aluno já sabe. Os professores podem utilizar esse saber que o estudante já traz consigo, caso sejam corretos do ponto de vista científico, como um subsunçor para que elementos da aprendizagem significativa possam ser potencializados, bem como aspectos relevantes sobre a NdC. Esperamos que este trabalho possa ser um pontapé para alguns docentes refletirem sobre o ensino da eletricidade e sobre sua própria formação. Para tal tarefa, entendemos, com base no nosso estudo bibliográfico, que inserir tópicos de História e Filosofia da Ciência como uma proposta de trabalho e de ensino possa ser um caminho.

Referências

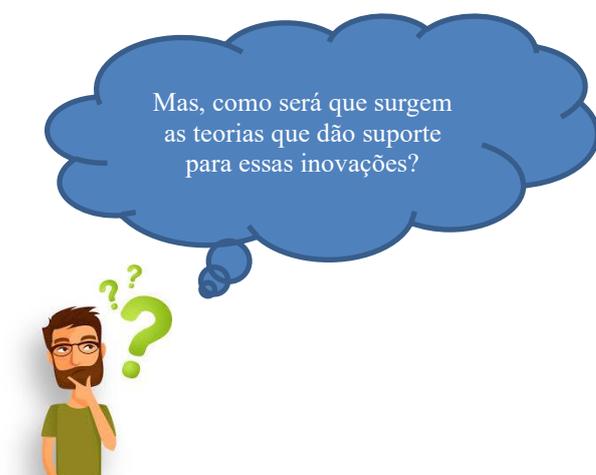
- Brasil. Ministério da Educação e Cultura. *Base Nacional Curricular Comum*. Brasília: 2018.
- Marconi, M. D. A. (2003). *Fundamentos de metodologia científica*, São Paulo: Atlas, 2003.
- Moura, B. A. (2014). O que é natureza da ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência?. *Revista Brasileira de História da ciência*, 7(1), 32-46.
- Moreira, M. A. *Teorias de Aprendizagem*. São Paulo: EPU, 1999.
- Moreira, M. A. *Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.
- Moreira, M. A. *Metodologia de Pesquisa em Ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2011b.
- Silva, B. V. C. (2020). Natureza da ciência, conteúdos metacientíficos e a sala de aula: implicações ao ensino de física. *Revista Ciências & Ideias*, 11(1), 234-248.

Apêndice 1

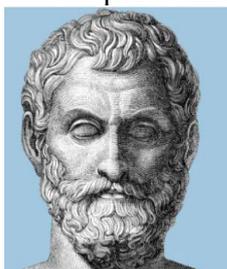
Texto didático

Sobre o processo de desenvolvimento dos conceitos relacionados a eletricidade, por meio das contribuições de alguns cientistas e pensadores

A eletricidade é algo tão comum a nós, está tão presente no nosso dia-a-dia, que acabamos por vezes não percebendo a sua importância. Relâmpagos, lâmpadas, computadores e entre outras coisas, que são ou foram inovações, tem seu funcionamento explicado por teorias que muitos não fazem a mínima ideia de como surgiram.



Bom, então vamos começar uma pequena viagem pela História da Eletricidade e ver como os conceitos a seu respeito se desenvolveram e conhecer alguns de seus personagens. Começaremos nosso percurso lá na Idade Antiga, onde os registros históricos nos apontam um filósofo grego, Tales de Mileto (640-546 a.C.), é atribuído a ele a observação de que o âmbar (elektrón em grego) quando friccionado adquiria uma propriedade de atrair pequenos objetos.



Tales de Mileto é um filósofo **pré-socrático** que nasceu na cidade de Mileto, ele é considerado na filosofia como o primeiro filósofo, em virtude do fato de ter sido o primeiro a responder a questão sobre a origem de tudo de maneira filosófica.

Thales atribuía que essa atração apresentada pelo âmbar era uma virtude própria sua, e que os outros corpos não a tinham.



Resina oriunda das árvores, conhecido como âmbar



Será que os conhecimentos advindos da Ciência são produzidos em longos períodos de tempo ou surgem da noite para o dia?

Vamos dar um salto no tempo até o período conhecido como Idade Moderna, onde, William Gilbert (1540-1603), publicou um tratado intitulado “Sobre os ímãs, os corpos magnéticos e o grande ímã terrestre”, em que, reúne mais de seiscentas experiências, em parte feitas por antigos pesquisadores e outras, realizadas pelo próprio. Além de outras coisas Gilbert mostrou que o mesmo efeito do âmbar podia ser observado por meio da fricção de corpos de toda uma classe de substâncias. Outra contribuição dele foi ter introduzido no estudo da eletricidade o vocábulo elétrico a todas as substâncias que tinham capacidade de atrair objetos, depois de friccionadas, como o âmbar.



Figura de William Gilbert, que era médico da Rainha Elizabeth I



Capa do tratado de Gilbert

Em meados do século XVII, Otto Von Guericke (1602-1686), que ante a necessidade de acumular mais poder elétrico, como se denominava na época. Usou o enxofre, que aparentava apresentar os mesmos efeitos do âmbar quando atritado. Ele construiu um aparato que consistia em uma esfera de enxofre com uma manivela em um dos lados apoiada em um suporte de madeira de tal forma que podia girá-la usando esta manivela. Usando a outra mão sobre a bola de enxofre enquanto ela era girada, pela fricção, obteve maiores quantidades de eletricidade. O estudioso tinha criado, supostamente, umas das primeiras máquinas para produzir eletricidade, a qual temos conhecimentos hoje.

Otto Von Guericke e seu gerador eletrostático.



Nesse momento, século XVII a eletricidade era considerada um fluido sem peso e invisível.

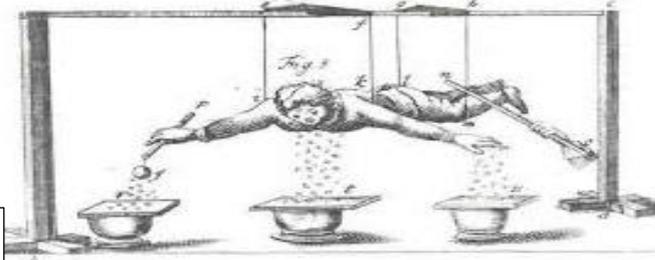
Guericke foi cientista, inventor e político alemão.

Alguns anos depois, já no século XVIII, Stephen Gray (1666-1736) comunicava haver descoberto o fenômeno da condutividade elétrica. Ele verificou que a eletricidade, ou o poder elétrico, podia passar de um corpo para outro.



Stephen Gray foi um **físico e astrônomo** amador **inglês**

Experimento realizado por Gray onde uma criança eletrizada atrai pequenos objetos.



Foi também, por ele verificado, que apenas uma pequena classe de substâncias, entre as quais se encontravam os metais, tinha a propriedade de agir como uma espécie de canal para o transporte de eletricidade.



Jean Théopille Desaguliers foi um filósofo natural francês.

Estes trabalhos experimentais foram importantes para o avanço do entendimento dos fenômenos elétricos e foram prosseguidos por Jean Théopille Desaguliers (1683-1744). Em seu estudo ele nomeou as substâncias capazes de transportar a virtude elétrica, de condutores e as outras de isolantes, termos esses, usados até hoje.



Charles-François du Fay foi químico e superintendente dos jardins do rei da França

Uma teoria formal da natureza da eletricidade muito influente foi enunciada por Charles-François du Fay (1698-1730). Naquela sua época, ainda não havia explicação para a atração e a repulsão entre corpos eletrizados então, ele propôs a existência de dois tipos de fluídos elétricos, o vítreo e o resinoso, corpos com a mesma eletricidade se atraem e diferentes se repelem. Du Fay refez experimentos análogos aos feitos por Francis Hauksbee (1660-1713) e Stephen Gray (1666-1736), dos quais se declarava devedor.



Já sabia que os cientistas utilizavam trabalhos de outros para seus estudos, ou achava que eles faziam tudo só?

O Abade Jean-Antoine Nollet (1700-1770) deu continuidade aos estudos de Dufay, passou a atribuir a origem dos fenômenos elétricos ao movimento em sentidos opostos de duas correntes de fluídos muito sutis e inflamáveis. Ele supôs que esses fluídos estivessem presentes em todos os corpos sob quaisquer circunstâncias. Quando um material era excitado por fricção, parte do fluido escapava de seus poros. Com essa suposição, deu uma explicação para o fato de que alguns corpos são atraídos e outros repelidos por um corpo previamente eletrizado.

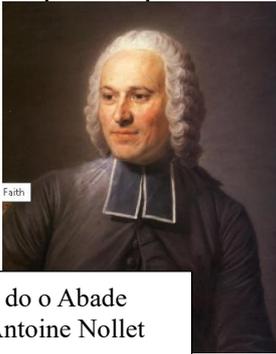


Figura do o Abade Jean-Antoine Nollet

Hora à eletricidade é uma virtude própria de uma substância, hora é um fluido, você percebeu essa mudança no pensamento? Por que você acha que isso ocorre?



Diversas hipóteses foram formuladas acerca da natureza dos fenômenos elétricos e da própria eletricidade, gerando teorias diversas e explicações nem sempre aderentes ao que hoje sabemos sobre ela. Partindo do princípio de que a eletricidade poderia ser uma espécie de fluido, formas de poder armazená-la começaram a ser investigadas.

Por volta de 1745, um dispositivo capaz de armazenar a eletricidade acabava de ser encontrado, a chamada garrafa de Leyden, O dispositivo foi inventado independentemente, por Von Musschenbroek, de forma acidental em Leyden, Holanda, a partir de uma experiência de seu amigo Cunaeus, e por Von Kleist na Pomerânia.



Pra que tanta violência rapaz?

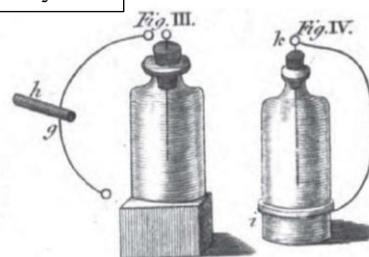
Von Kleist por não compreender o funcionamento da garrafa tocou-a certa vez e recebeu um tremendo choque. As vezes aparelhos elétricos são manuseados de forma imprudentes, admita, não vamos contar para ninguém, já fez algo do tipo?

Com esse novo aparato, quantidades suficientes de eletricidade capaz de produzir fortes faíscas elétricas podiam ser armazenadas, o que acabou contribuindo para um melhor entendimento das propriedades da eletricidade. Serviam também para impressionantes demonstrações, como dar choques elétricos em cadeias de centenas de voluntários de mãos dadas.



Von Musschenbroek

Garrafa de Leyden



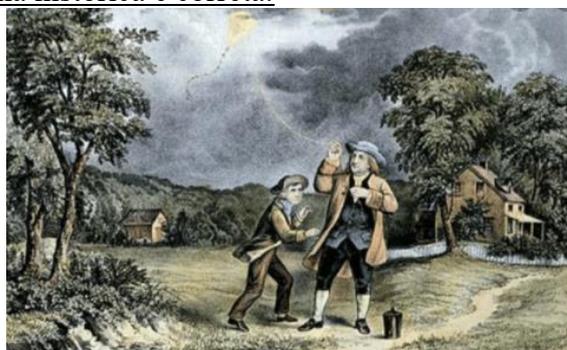
Vamos sair agora da Europa para a Nova Inglaterra, atual Estados Unidos da América. Lá, encontramos Benjamin Franklin (1706-1790). Para ele a eletricidade era um fluido único, que estava presente em todos os corpos, que os retinham como uma esponja. Os corpos com excesso de eletricidade eram por ele, chamados de positivos e o contrário, negativos. Ele descreveu que a natureza era organizada de tal forma que o positivo e o negativo estivessem sempre equilibrados, como uma economia ideal. A ideia dele era que a eletricidade era apenas carga positiva fluindo para equilibrar a negativa.

Franklin foi um diplomata, escritor, jornalista, filósofo político e cientista norte-americano. Assinou três documentos principais na criação dos Estados Unidos: a "Declaração da Independência", o "Tratado de Paz" e a "Constituição".



Rapaz, cê é o brabo mesmo!

Franklin decidiu usar o poder do raciocínio para explicar, em termos racionais, o que muita gente acreditava se tratar de um fenômeno mágico, **os relâmpagos**. As vezes encontramos em livros informações que nos garantem que Franklin empinou uma pipa durante uma tempestade para descobrir a natureza dos relâmpagos. Embora tenha proposto o experimento, é quase certo que ele nunca o tenha executado. **E como sabemos disso?** Estudando a História da Ciência, como estamos fazendo aqui. Assim, podemos nos “defender” de estórias falaciosas e aprendemos mais sobre a Física de forma histórica e correta.



Você já sabia dos fatos históricos da Eletricidade, que estamos trabalhando com vocês?

Fica mais legal (ou não) estudar Física com mais essa ajudinha de sua história?

O verdadeiro experimento foi realizado em Marly La Ville, um pequeno vilarejo ao norte de Paris, na França, onde ele era adorado, principalmente pela sua militância antibritânica e a ideia de assumir que seus experimentos fossem realizados sem que ele estivesse presente.



Você acredita que a Ciência pode ser usada com um viés político e ideológico? Se sim, você saberia dizer algum exemplo desse fato?

No experimento, George Louis Leclerc, conhecido em toda a França como conde de Buffon, e seu amigo Thomas François Dalibard ergueram uma haste de metal de 12 m, sustentada por três aduelas de madeira e que tinha sua extremidade inferior dentro de uma garrafa de vinho vazia. na porta da casa de Dalibard,



Curiosidade: Desse experimento é que se desenvolveu o para raios.

A ideia de Franklin era de que a haste comprida atrairia o raio, que desceria pela haste metálica e seria armazenado na garrafa de vinho, que funcionava como uma garrafa de Leiden. Assim, ele poderia confirmar o que o relâmpago realmente era, e foi o que aconteceu, por meio desse experimento foi possível descobrir que o mesmo era um fenômeno elétrico.

Mesmo com todos esses avanços e contribuições, vistos até agora, não se tinha um consenso sobre a natureza da eletricidade. Como já vimos anteriormente, existiam duas teorias concorrentes, a de um único fluido e a de dois fluidos, ambas tinham problemas para explicar de forma adequada os fenômenos observados. Assim, houve uma divisão da comunidade científica, e isso, se manteve ainda por muitos anos, até o final do século XIX onde essa dúvida foi finalmente esclarecida.



Você, ficou surpreso que os cientistas divergem entre si e podem seguir teorias diferentes? Saberá dizer qual o motivo que leva uma teoria perder sua credibilidade e acabar sendo corrigida ou abandonada?

Até o momento a eletricidade era descarregada de forma muito rápida, ou como choque ou faísca, e é, a partir de agora, que vamos adentrar na história da eletricidade contínua ou corrente elétrica.

Luigi Galvani (1737-1798) foi um **médico**, investigador, físico e filósofo **italiano**. Ele acreditava que existiam dois tipos de eletricidade, a animal e a outra artificial. Uma podia ser produzida e explicada pelos homens e a outra só cabia a Deus. Foi preparado por ele diversos experimentos com corpos de sapos, em que, ele tentava demonstrar que os corpos dos seres vivos tinham uma eletricidade intrínseca.



Galvani usava corpos de sapos em seus experimentos.



Curiosidade: Sabe a história de Frankenstein? Ela surgiu nessa época, possivelmente, baseadas nos experimentos com eletricidade realizados com corpos de prisioneiros mortos.

Alessandro Giuseppe Antonio Anastasio Volta (1745 -1827) foi um **químico, físico** e pioneiro da **eletricidade** e da **potência**. As ideias de Volta não estavam tolhidas com o dogma religioso de Galvani, a eletricidade animal. Para ele, cheirava a superstição e magia. O mesmo dizia que a eletricidade fazia com que os músculos dos corpos se movessem estava vindo de algum lugar externo ao corpo.

Galvani ficou muito contrariado com as falas de Volta, nas quais, desconstruía sua ideia de eletricidade animal. O que o levou a realizar uma nova série de experimentos mais rígidos. A confiança em seus resultados era tamanha, que chegou até a enviar uma cópia de seu artigo a Volta.

Na continuidade de suas pesquisas para desmentir Galvani, e provar que tinha a razão, Volta acabou demonstrando que a eletricidade percebida por seu rival, não vinha do corpo do animal em si, mas, do contato entre diferentes tipos de metais e o corpo.

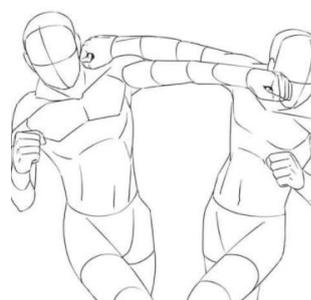


Em sua pesquisa, Volta acabou criando a primeira pilha, usando como base trabalhos de Henry Cavendish (1731-1810), que explicava como o peixe elétrico podia dar choques elétricos. Cavendish percebeu que havia um padrão de cavidades repetidas nas costas desse peixe, e que ela funcionava como pequenas garrafas de Leyden.

Volta fez um aparato imitando esses padrões, só que com metais.



Peixe elétrico tremelga



Olha o pau quebrando!

Você imaginava que ocorriam controvérsias (disputas) assim na Ciência?

Ele relatou os resultados de suas experiências, por volta de 1800, em uma carta de duas partes para o presidente da **Royal Society**. Com essa invenção, Volta demonstrou que a eletricidade poderia ser gerada quimicamente, executando, assim, um xeque-mate na teoria predominante, a qual afirmava existir uma eletricidade gerada apenas pelos seres vivos. A partir de sua invenção foi possível a produção de uma corrente elétrica contínua e estável, o que possibilitou inúmeros avanços nas pesquisas sobre eletricidade. A invenção de Volta provocou uma grande quantidade de excitação científica e levou outros a conduzir experimentos semelhantes que eventualmente levaram ao desenvolvimento do campo da **eletroquímica**.



Volta era jovem arrogante, mulherengo e adorava uma polemica.



Esquema de como era a pilha de volta.

Por equanto, vamos parar por aqui, um pouco mais a frente vamos ver que houve ainda muitas mudanças, controvérsias, disputas e, principalmente, avanços conseguidos por meio dessa busca

incansável sobre a natureza da eletricidade.

Bibliografia consultada para elaboração do texto didático

Por equanto, vamos parar por aqui, um pouco mais a frente vamos ver que houve ainda muitas mudanças, controvérsias, disputas e, principalmente, avanços conseguidos por meio dessa busca incansável sobre a natureza da eletricidade.

Boss, S. L. B.; Souza Filho, M. P.; Lisboa-Filho, P. N.; Caluzi, J. J.; Perez, J. R. B. Contribuições da história da ciência para o ensino do conceito de carga elétrica - os princípios de Du Fay para eletricidade. In: *SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA*, XVIII., 2009, Vitória. Anais... Vitória: Sociedade Brasileira de Física, 2009.

Cindra, J. L.; Teixeira, O. P. B. (2005). A evolução das ideias relacionadas aos fenômenos térmicos e elétricos: algumas similaridades. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física.*, 22(3), 379-399.

Junior, J. B. R. F. (2008). *História do desenvolvimento das máquinas eletrostáticas como estratégia para o ensino de conceitos de eletrostática*. (Monografia. Licenciatura em Física). Faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS. Recuperado de <http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/graduacao/article/view/4122/3123>

Morais, R.F. (2014). *A natureza da eletricidade: uma breve história*. 74f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) –Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

Tonidandel, D.; Araújo, A.; Boaventura, W. História da Eletricidade e do Magnetismo: da Antiguidade à Idade Média. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 40, n. 4, 2018.