



**UEPB**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**VINICIUS DOS SANTOS COSTA**

**DESAFIOS NA ADAPTAÇÃO DE EXPERIMENTOS HISTÓRICOS PARA A SALA  
DE AULA: relato de um futuro professor**

**CAMPINA GRANDE  
2020**

VINICIUS DOS SANTOS COSTA

**DESAFIOS NA ADAPTAÇÃO DE EXPERIMENTOS HISTÓRICOS PARA A SALA  
DE AULA: relato de um futuro professor**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Graduação em física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito à obtenção do título de Graduado em Licenciatura em Física.

**Área de concentração:** Física.

**Orientadora:** Prof. Dra. Ana Paula Bispo da Silva.

CAMPINA GRANDE  
2020

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C837d Costa, Vinicius dos Santos.

Desafios na adaptação de experimentos históricos para a sala de aula [manuscrito] : relato de um futuro professor / Vinicius dos Santos Costa. - 2020.

37 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia , 2020.

"Orientação : Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva , Coordenação do Curso de Física - CCT."

1. Ensino de Física. 2. Abordagem experimental. 3. Experimento de Seebeck. I. Título

21. ed. CDD 530.7

VINICIUS DOS SANTOS COSTA

DESAFIOS NA ADAPTAÇÃO DE EXPERIMENTOS HISTÓRICOS PARA A SALA  
DE AULA: relato de um futuro professor

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Programa de Graduação  
em física da Universidade Estadual da  
Paraíba, como requisito à obtenção do  
título de Graduado em Licenciatura em  
Física.

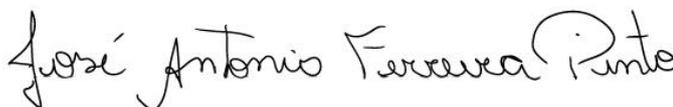
Área de concentração: Física.

Aprovada em: 05/11/2020.

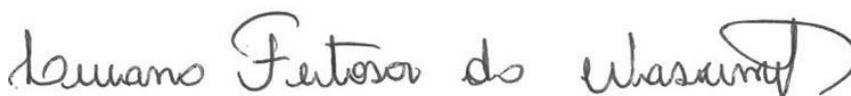
**BANCA EXAMINADORA**



Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. José Antonio Ferreira Pinto  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Luciano Feitosa do Nascimento  
Instituto Federal da Paraíba (IFPB)

## **AGRADECIMENTOS**

À professora Dra. Ana Paula Bispo da Silva pelas leituras sugeridas ao longo dessa orientação e pela dedicação.

A minha mãe Aldelice Mota dos Santos Costa, pela compreensão por minha ausência nas noites em casa e apoio incondicional.

Aos professores do Curso de Licenciatura em física da UEPB.

Aos funcionários da UEPB, pela presteza e atendimento quando nos foi necessário.

Aos colegas de classe pelos momentos de amizade e apoio.

## RESUMO

Dentre as diferentes abordagens que aparecem nas pesquisas sobre Ensino de Física na Educação Básica, aquelas que inserem a história da ciência e experimentos pretendem a construção de um ambiente investigativo em sala de aula. Com isso, espera-se que os alunos do Ensino Médio vislumbrem a disciplina Física para além da utilização de equações e cálculos matemáticos. No entanto, para que a abordagem histórica e experimental seja utilizada em sala de aula, ela precisa fazer parte da própria formação do professor, para que assim ele possa adquirir subsídios para sua atuação em sala de aula. Nesse sentido, este trabalho relata as dificuldades que um futuro professor teve ao estudar um episódio histórico e reproduzir o experimento relacionado. O episódio histórico escolhido foi sobre termoeletricidade, para o qual havia literatura em português. Ao tentar reproduzir o experimento o futuro professor precisou lidar com diferentes questões, tanto relacionadas ao conteúdo científico, aos procedimentos e técnicas, quanto aos fatores históricos e ainda, pensar para uma adaptação em sala de aula. Espera-se que esse trabalho possa contribuir em futuras propostas didáticas que considerem a abordagem histórica e experimental em sala de aula.

**Palavras-Chave:** Ensino de Física. Abordagem Histórica. Reconstrução de experimentos. Experimento de Seebeck.

## **ABSTRACT**

Among the different approaches that the research on Teaching Physics in High School considers, those that insert the history of science and experiments intend to build an inquiry-based classroom. Based on this inquiry-based classroom, it is expected that high school students envision physics beyond the use of mathematical equations and calculations. However, for the historical and experimental approach to be used in the classroom, it needs to be part of the teacher's own training, so that he can acquire tools for his teaching performance. In this sense, this work reports the difficulties that a teacher in-training had when studying a historical episode and reproducing the related experiment. The chosen historical episode was about thermoelectricity, for which there was literature in Portuguese. When trying to reproduce the experiment, the teacher in-training had to deal with different issues, like those related to scientific content, procedures and techniques, historical factors and also, to think for an adaptation in the classroom. It is hoped that this work can contribute to future classroom proposals that consider the historical and experimental approach to teach Physics.

**Keywords:** Physics teaching. Historical approach. Replication of experiments. Seebeck's experiment.

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	7
2	<b>ABORDAGEM HISTÓRICA E EXPERIMENTAL NAS AULAS DE FÍSICA</b> .....	10
2.1	<b>Experimento histórico</b> .....	12
3	<b>EFEITO SEEBECK</b> .....	14
3.1	<b>O termopar</b> .....	14
3.2	<b>A interpretação de Seebeck</b> .....	15
4	<b>CONSTRUÇÃO DO EXPERIMENTO</b> .....	18
4.1	<b>Primeiro experimento de Seebeck</b> .....	18
4.2	<b>O segundo experimento de Seebeck</b> .....	23
4.3	<b>Melhorias no segundo experimento</b> .....	29
5	<b>ELABORAÇÃO DA AULA E DIFICULDADES</b> .....	33
6	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	35
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36

## 1 INTRODUÇÃO

Para professores de Física a agilidade obtida na atualidade, vinda do rápido acesso a informações usando a internet, é bem prática e proveitosa, isto é, quando se trata de elaborar aulas o acesso rápido a informações específicas do que se pretende trabalhar em sala de aula facilita o trabalho do professor, e o deixa acostumado a não se aprofundar nas pesquisas. Porém, quando se trata de utilizar a história da ciência, essa mesma rapidez acaba por levar a superficialidades e distorções, reduzindo-se a nomes, datas e fatos (MARTINS, 2006).

Pode parecer simples elaborar uma aula com abordagem histórica, entretanto é necessário se tomar cuidado e procurar textos que apresentem a complexidade do conhecimento científico (MARTINS, 2006). Em se tratando de um experimento histórico, outras distorções podem acontecer, como apresentar conceitos descritos por seu idealizador de uma certa maneira, e com o passar do tempo e a divulgação, estes podem ser alterados (SILVA, 2019).

Uma aula histórica e experimental não se resume apenas em ler um texto e reproduzir um experimento em sala de aula, pois muitas vezes isso deixa subentendido que a ciência é objetiva e constituída de grandes descobertas, resumindo acontecimentos como sendo feitos por uma única pessoa em um único dia, porém.

A ciência não brota pronta, na cabeça de “grandes gênios”. Muitas vezes, as teorias que aceitamos hoje foram propostas de forma confusa, com muitas falhas, sem possuir uma base observacional e experimental. Apenas gradualmente as ideias vão sendo aperfeiçoadas, através de debates e críticas, que muitas vezes transformam totalmente os conceitos iniciais[...] (MARTINS, 2006. p. 22).

Assim é necessária uma árdua e detalhada pesquisa, se possível das fontes originais dos acontecimentos históricos, para a fidedignidade da história a ser apresentada. Além de poder ajudar a transmitir uma visão mais adequada sobre a natureza da ciência, a história das ciências pode auxiliar no próprio aprendizado dos conteúdos científicos (MARTINS, 2006).

Quanto à parte experimental, deve-se focar no desenvolvimento crítico dos alunos. Para isso, não se pode condensar a atividade experimental num roteiro, onde o aluno apenas reproduz passos para chegar em um resultado pré-

estabelecido. Porém, com a comodidade que a internet nos proporciona em termos de agilidade para encontrar conteúdos, muitos professores apenas procuram na rede roteiros de experimentos já prontos, com os passos a serem seguidos e perguntas a serem feitas, não abrindo espaço para investigação e construção dos conceitos pelos alunos.

Neste sentido, em que pese as limitações de toda atividade de demonstração, uma vez que essas situações em geral são fechadas e definidas pelo que se quer mostrar, na maioria das vezes impossibilitando variações por parte dos estudantes, é fundamental que essa atividade propicie condições para que haja reflexão e análise dos mesmos. Esta atitude deve ser incentivada pelos professores[...] (ARAÚJO; ABIB 2003, p. 182).

Portanto, para que um professor possa elaborar uma aula baseada nas abordagens histórica e experimental, vários desafios precisam ser superados. Incluem tanto a busca e análise de fontes (textos históricos) adequados, bem como a compreensão de quais elementos do experimento - relacionado à história - poderão contribuir para a sala de aula. Discriminar e superar esses desafios durante ainda a formação como professor pode ser fundamental para que, no futuro próximo, a abordagem histórica e experimental possa ser implementada mais frequentemente por outros professores.

Sendo assim, este trabalho relata as dificuldades que o autor, licenciando e futuro professor de Física, encontrou ao tentar adaptar o experimento de Seebeck e levá-lo para sala de aula posteriormente. Adaptar o experimento incluiu: entender o contexto em que Seebeck planejou e realizou seu experimento; encontrar materiais que pudessem ser equivalentes aqueles usados no século 19 e possíveis de serem utilizados em sala de aula; reproduzir o experimento e verificar quais conclusões são possíveis; e ainda compreender como o conhecimento científico envolvido sofreu modificações até tornar-se “didático” para ser levado à sala de aula.

Para apresentar esse relato, inicialmente faço uma discussão sobre o que trata a abordagem histórica e a abordagem experimental em sala de aula e que guiarão um planejamento posterior. Depois apresento o episódio histórico, que se constitui dos principais fatos relevantes para entender o experimento de Seebeck. Na sequência, relato minhas tentativas de adaptação do experimento e as diferentes estratégias que adotei visando sempre uma versão mais didática possível.

Por fim, nas considerações finais apresento um pouco das reflexões que tive sobre os desafios que enfrentei e como precisarão ser contornados para que uma aula com abordagem histórica e experimental possa ser implementada.

## 2 ABORDAGEM HISTÓRICA E EXPERIMENTAL NAS AULAS DE FÍSICA

Não é de hoje que no Ensino Médio a disciplina Física é igualada à Matemática, destacando-se apenas os cálculos em detrimento dos fenômenos. Robilotta (1988), há 32 anos já destacava como não abordar o *todo* que envolve a equação acaba tornando o Ensino de Física desestimulante. Nesse sentido, o uso de abordagens históricas pode-se facilitar o entendimento dos alunos sobre o que de fato é a Física. Torna-se mais fácil compreender a natureza da ciência se for estudado o modo como ela foi construída desde suas origens, envolvendo disputas e diferentes influências. Porém isso exige um professor capacitado e ciente de como desenvolver uma aula com abordagem histórica, o que necessita tempo e planejamento para execução da aula.

Isso fez com que a história da ciência fosse sendo deixada de lado já há algum tempo, com a justificativa de que os professores muitas vezes estão despreparados e resumem a história a fatos e datas (MARTINS, 2006). Uma história da ciência apenas cronológica omite o mérito de várias pessoas que ajudaram na construção do conhecimento que temos hoje; sem falar do fator subjetividade da ciência, que a faz depender de vários fatores, sem uma receita mágica para o sucesso. Muitos professores passam os fatos que aconteceram no decorrer da história, dando a entender aos seus alunos que gênios fora do nível humano criaram o conhecimento, pronto e já lapidado (MARTINS, 2006, p. 22). Muito pelo contrário, a ciência, como construção humana, localizada em determinado tempo e espaço, está sujeita à diferentes contribuições.

Segundo Martins (2006, p. 23), as concepções de que *somente gênios fazem ciência* acabam distanciando os jovens dela, pois muitos acabam se achando incapazes de fazer algo grandioso. O trabalho científico deve ser respeitado, mas, não venerado, nem desprezado. Colocado em suas reais dimensões, poderá tanto despertar vocações em jovens, quanto suscitar da sociedade o apoio que merece, em suas devidas proporções (MARTINS, 2006).

Apresentar a história da ciência de maneira mais ampla, contribui para formar uma mentalidade crítica (MARTINS, 1990). De certa forma, entender os motivos, o contexto e a maneira como algum pesquisador desenvolveu certo experimento, pode instigar os alunos a se conectarem com a história, para ir construindo o conhecimento ao desenrolar da narrativa histórica, de modo com que

os alunos percebam que grandes cientistas também eram pessoas normais como eles.

Dessa forma podemos dizer que, a abordagem histórica não se resume em ler um texto sobre algum cientista. Pode-se dizer que ela auxilia a construção do conhecimento do aluno, apresentando os passos pelos quais os conhecimentos físicos passaram, seus erros, acertos e ajustes até serem amplamente aceitos. Entendem-se que a ciência não é perfeita e individual, ela é construída e aprimorada por muitos, incentivando a criticidade dos alunos, pois o papel do professor também é auxiliar na formação de seus alunos como cidadãos.

Ressaltando o fato, de que os alunos atualmente já chegam em sala de aula, com o pressuposto de que só encontrarão cálculos na disciplina de Física, como já dito anteriormente, uma das formas de mudar tal concepção é sendo auxiliado pela abordagem experimental, que destaca a fenomenologia.

A Física é uma forma de visão, entendimento e descrição da natureza como um todo, onde acontecem peculiaridades e fenômenos. Estes fenômenos muitas vezes podem ser repetidos em laboratórios e controlados, de forma a facilitar seu estudo e entendimento. Assim, para um aluno de Ensino Médio, pode ser mais atraente e motivacional observar e analisar a ilustração de um determinado fenômeno da natureza em forma de experimento, podendo relacionar diversos aspectos físicos, para facilitar o seu entendimento. Sobre as atividades experimentais em sala de aula, podem ser usadas de diferentes formas, como destacam Araújo e Abib (2003).

Em geral, tais atividades demandam um pequeno tempo de realização e podem ser facilmente integradas a uma aula com ênfase expositiva, sendo utilizadas como um fechamento da aula ou como seu ponto de partida, procurando despertar o interesse do aluno para o tema que será abordado. (ARAÚJO; ABIB 2003, p. 182).

Tendo como objetivo o desenvolvimento crítico dos alunos, deve-se planejar o experimento de modo que os alunos não obtenham respostas imediatamente. Espera-se, desta forma, que eles tenham algum tipo de auto questionamento para buscar as explicações do fenômeno estudado. Para isso, o roteiro, com seu passo-a passo, apesar de facilitar a vida dos professores por ser facilmente encontrado na internet, não contribui para incentivar a investigação experimental.

Portanto, do que foi exposto, pode-se concluir que uma abordagem histórica e experimental associa o conhecimento do todo ao fenômeno, contribuindo para que o aluno adquira competências críticas, associadas ao desenvolvimento de habilidades procedimentais próprias da investigação científica.

## 2.1 Experimento histórico

Uma das formas de usar a abordagem histórica e experimental é fazendo uso de experimentos históricos. Nesse sentido, a abordagem consistiria na reconstrução do experimento tentando seguir ao máximo as características da época em que foi idealizado e construído. Ou seja, é a recriação do processo experimental para a utilização do aparato experimental, destacando a diferença de utilização entre o momento da sua criação e como ficou conhecido posteriormente. Ao destacar a contextualização e inserir perguntas sobre a finalidade do experimento, o processo de reconstrução contribui com a formação do aluno de diferentes formas.

com esse procedimento insere-se um fator extra que é o da não familiaridade dos estudantes com a cultura laboratorial do período estudado, o que possibilita a discussão histórica há cerca de um tempo particular. (JARDIM; GUERRA, 2017, p. 249).

Este tipo de reprodução permite perceber certas dificuldades oriundas da montagem e manuseio do experimento que podem ter sido omitidas nas descrições e divulgações na época em que o experimento foi idealizado. Desta forma, experimentos históricos são muito ricos em conhecimento, não apenas pelos fenômenos que se observam neles, mas também, pela cultura da época que se pode analisar observando os materiais utilizados, a forma como era construído, ou até mesmo a finalidade de tais experimentos.

No entanto o mundo muda com o passar do tempo. Temos informações no século 21 que não se tinham no século 19; hoje se sabe do perigo de alguns materiais, e assim nem todos os experimentos podem ser reproduzidos de forma fidedigna ao original, seja pela periculosidade de seus componentes, pelo custo elevado ou pela dificuldade de aquisição de certos materiais. Por exemplo, ouro, bismuto e urânio, que atualmente são bem menos utilizados em experimentos do que há alguns séculos atrás, são inviáveis para uma atividade em sala de aula e até mesmo em laboratórios didáticos na formação do professor.

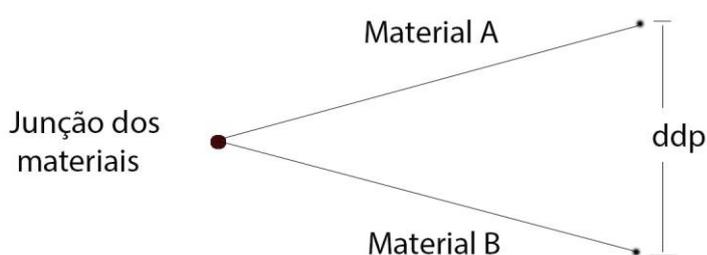
Devido a dificuldade que pode ser encontrada na elaboração de um experimento histórico, deve-se estar aberto a outras possibilidades, como a apresentação de um experimento histórico utilizando textos ou narrativas, com base em fontes primárias ou o mais próximo disso, ao invés da construção do aparato experimental. Uma narrativa para a aplicação em um experimento histórico não deve ser monótona, deve-se planejar algo que consiga imergir o aluno no contexto da época em que o experimento era realizado, com o propósito de que os textos incentivem a curiosidade e a reflexão dos alunos (JARDIM; GUERRA, 2017). Além da narrativa, Jardim e Guerra (2017) também destacam possibilidades de explorar experimentos históricos através dos cadernos de laboratório e mesmo através de simulações que reproduzam as mesmas condições do original.

### 3 EFEITO SEEBECK

#### 3.1 O termopar

Os termopares são, em resumo, sensores de temperatura. São amplamente utilizados pois suas medições são precisas, apresentam manuseio e instalação simples. Seu funcionamento se baseia no efeito Seebeck (MOREIRA, 2002). O efeito Seebeck, aceito e amplamente utilizado nos dias atuais, é bem simples de ser descrito: consiste na geração de uma ddp (diferença de potencial) ou tensão elétrica, através da junção de materiais dissemelhantes, condutores ou semicondutores em contato a temperaturas distintas na junção, conforme a figura 1.

**Figura 1** - Ilustração do termopar



**Fonte:** Próprio autor.

O termopar se utiliza do efeito Seebeck para, em uma extremidade entrar em contato com uma fonte que se deseja saber a temperatura, e na outra extremidade onde se pode aferir a ddp gerada, correlacionando esta ddp a uma certa temperatura. Após vários estudos percebeu-se que alguns metais produziam uma variação de ddp quase linear de acordo com o aumento de temperatura na junção entre os metais. Isso possibilitou com que o termopar fosse amplamente utilizado na aferição de temperatura em diferentes ramos, como o alimentício, em fornos, freezers, geladeiras etc.; industrial, em fornos industriais, caldeiras, extrusoras, silos, moinhos e etc.; e automobilístico, em vários sensores nos motores e rodas dos carros, nas estufas utilizadas nas pinturas dos automóveis e etc. (MOREIRA, 2002).

### 3.2 A interpretação de Seebeck

Thomas Johann Seebeck (1777-1831), foi um estudioso que nasceu na Estônia e viveu a maior parte de sua vida na Alemanha. A ele é atribuída a descoberta da termoeletricidade e do efeito Seebeck, que possui este nome em sua homenagem. Entretanto, esta não era a interpretação que Seebeck atribuía para seus estudos (FERREIRA; SILVA, 2016; SILVA, 2019a; SILVA, 2019b).

No início do século 19 vários experimentos e estudos sobre eletricidade e magnetismo eram realizados por estudiosos de vários países, buscando compreender e descrever suas propriedades e natureza. Nessa época já se sabia muito sobre as propriedades da eletricidade e do magnetismo, porém, sua natureza ainda era o tema de várias discussões. Dentre esses estudiosos, estava Seebeck, que foi influenciado pela Naturphilosophie, assim como outros pesquisadores da época a exemplo de Ørsted (CANEVA, 2001; SILVA, 2019). A Naturphilosophie foi uma corrente filosófica que propôs a união das forças da natureza, em que uma força era derivada de outra força superior (MARTINS, 1986; FERREIRA; SILVA, 2016).

Nesta época a relação entre a eletricidade e o magnetismo já era conhecida: já se tinha notado que durante tempestades com muitos raios, as bússolas oscilavam a direção em que apontavam. Muitos pesquisadores realizaram experimentos relacionando eletricidade e magnetismo. Porém Seebeck foi em outra vertente: ele buscou uma relação entre o calor e o magnetismo, pois ao tentar reproduzir uma possível configuração do experimento de Ørsted concluiu que a eletricidade apenas estimulava propriedades magnéticas do fio e afetando a bússola (SILVA, 2019a).

Em um dos experimentos que fez tentando corroborar sua hipótese, ele utilizou uma fita de cobre de 40 pés de comprimento (12 metros), em forma de espira circular, com várias voltas, e as duas extremidades da espira apontando para mesma direção, norte ou sul; no centro da espira ficava posicionada uma bússola. Como a espira tinha seus terminais designados para direção sul ou norte, a espira ficava alinhada com a agulha da bússola. Seebeck então testou vários metais distintos ou iguais nos terminais da espira, ele colocava os metais em contato nos terminais e os pressionava. Pressionou com vários objetos distintos, como por

exemplo, madeira, papel umedecido, outros metais. A deflexão da bússola só ocorria quando ele pressionava com o dedo, o que o levou a concluir que o fator de estímulo do magnetismo era a temperatura do seu corpo em relação a do ambiente (FERREIRA; SILVA, 2016).

Em algumas configurações a agulha da bússola era defletida para oeste ou leste, com certas variações no experimento essa deflexão da agulha podia ser mais ou menos acentuada. Seebeck apresenta seu trabalho concluindo que a temperatura dos metais relacionada com a deflexão da bússola, produzia efeitos magnéticos devido ao calor e não a eletricidade, o termomagnetismo. Segundo Seebeck.

o fato observado de que a diferença das ações, seja ela variação de temperatura, pressão, superposição de outros materiais, etc. na junção de dois metais ligados em circuito, produz uma *polarização magnética* sem o auxílio de um condutor líquido – uma bateria (SEEBECK, 1895, apud FERREIRA; SILVA, 2016, p. 864).

Após uma série de tentativas Seebeck chegou a duas conclusões. A primeira foi que para surgir o magnetismo no circuito era imprescindível a diferença de temperatura entre os metais no ponto de contato entre os mesmos. A segunda foi que era indispensável o contato entre os metais distintos. Para Seebeck, sempre que há contato entre dois metais o magnetismo aparece, entretanto, permanece inerte devido ao fato de os metais estarem à mesma temperatura, ocorrendo uma tensão magnética apenas quando um dos metais fosse aquecido ou resfriado (FERREIRA; SILVA, 2016).

Seebeck também propôs que o magnetismo da Terra poderia ser explicado com seus estudos, pois na época era proposto que no interior do planeta haviam vários tipos de minerais distintos, e conforme o movimento do planeta em relação ao sol, a temperatura iria se alterando, surgindo assim o magnetismo terrestre (SILVA, 2019b).

A interpretação de Seebeck sobre seus estudos não teve tanta disseminação. Porém, um pesquisador um pouco mais conhecido e renomado por seus estudos em eletricidade e magnetismo ficou sabendo do trabalho de Seebeck. Este era Hans Christian Ørsted (1777-1851), que deu uma nova interpretação para o trabalho de Seebeck. Visando corroborar seu próprio trabalho, Ørsted, que já havia proposto que correntes elétricas em um fio fariam surgir uma força magnética

circular ao redor deste fio, interpretou o trabalho de Seebeck como sendo que a diferença de temperatura na junção dos metais diferentes produziria uma corrente elétrica no circuito, e por isso a força magnética surge e deflete a direção a qual a bússola aponta (SILVA, 2019a).

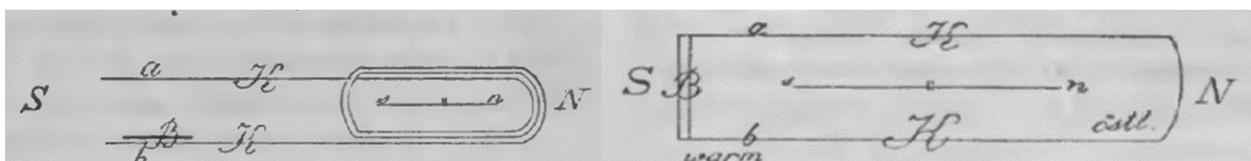
Diante desta narrativa histórica, pode-se perceber que entre o experimento realizado no século 19 - mais precisamente em 1822 – e a versão atual do termopar, houve uma distorção da interpretação de Seebeck, passando a vigorar aquela dada por Ørsted. Este fato corrobora com a ideia de que a utilização da abordagem histórica contribui para explorar não apenas o conteúdo, mas também o processo de transformação do conhecimento científico.

Para complementar essa narrativa, a reprodução do experimento de Seebeck pode trazer ainda mais elementos que poderiam ser explorados em sala de aula, como precisão de medidas, características de materiais, etc. Desta forma, visando a elaboração de uma aula que incluísse tanto a abordagem histórica quanto a experimental. Tentei repetir os experimentos de Seebeck usando recursos que poderiam ser facilmente adaptados numa versão didática. No item a seguir relato, em primeira pessoa, minhas desventuras e sucessos nessa tentativa.

## 4 CONSTRUÇÃO DO EXPERIMENTO

Os experimentos principais de Seebeck são dois. O primeiro é o da fita de cobre enrolada que, quando pressionada sobre um disco de bismuto produz deflexão na bússola. O segundo experimento, consistia em uma barra de cobre e outra de bismuto, verificava o sentido da deflexão da bússola de acordo com a diferença de temperatura entre as junções das barras. Os esboços das montagens feitas por Seebeck estão na Figura 2.

**Figura 2** - A esquerda, esboço feito por Seebeck para o primeiro experimento. À direita, o esboço do segundo experimento.



Fonte: Silva(2019a)

### 4.1 Primeiro experimento de Seebeck

Os primeiros passos para montagem do experimento consistiam em montar o experimento e aferir se o mesmo funcionaria. Num primeiro momento, tentei a montagem do experimento apenas com conhecimentos prévios que possuía sobre o mesmo, sem pesquisar nenhuma informação mais específica. E como esperado quando se tenta fazer algo que não se preparou para realizar, o experimento não funcionou.

Eu já havia feito um curso de técnico em eletroeletrônica na instituição de ensino SENAI, algo que no decorrer do curso de física me ajudou bastante, tanto para entender melhor certos assuntos quanto em disciplinas como laboratório didático, que necessitava de uma certa prática técnica em montar aparatos, experimentos no caso. Com os elogios de muitos professores de laboratório, não tive problemas em ser aprovado nessas disciplinas. Porém o ser humano quando não encontra dificuldade nas tentativas acaba se acomodando.

Assim quando a professora Ana Paula Bispo da Silva começou a me orientar neste projeto, falou para, a princípio, focar em fazer o experimento funcionar, ou seja, confirmar as conclusões que Seebeck havia obtido. Com excesso de confiança

e pouco conhecimento sobre o tema, realizei a primeira tentativa em tentar construir um experimento que funcionasse.

Eu, pela experiência técnica, já sabia que um termopar funcionava a partir de dois metais distintos em sua ponta; que em contato e com uma variação de temperatura iriam gerar uma baixa tensão quando conectados a um circuito; e quando uma corrente passa por um fio, esta induz um campo magnético ao redor do fio seguindo a regra da mão direita. Com esses conceitos prévios, achei que já seriam suficientes para realização do experimento. Assim, achei que apenas conectando e aquecendo metais diferentes nas extremidades de uma fita de cobre de um metro, enrolada em volta de uma bússola, iria ser suficiente para induzir um campo magnético e ocasionar uma deflexão na agulha da bússola diferente da direção norte. Porém, não foi o caso: a agulha não se movia, a menos que se balançasse a bússola.

O primeiro teste foi realizado utilizando uma folha de cobre e uma folha de zinco, conforme figuras 3 e 4.

**Figura 3 - Materiais do experimento**



**Fonte:** Próprio autor.

**Figura 4** – Primeira realização do experimento



**Fonte:** Próprio autor.

Não era perceptível nenhuma alteração na direção da agulha da bússola, a menos que se movesse involuntariamente na espira. Isto foi desmotivador pois tudo aparentemente estava correto.

Após este teste, observei que a folha de cobre estava bem escura, possivelmente com uma camada fina de oxidação. Isso foi um caso a se pensar: poderia ser essa camada de oxidação que estava impedindo o contato entre as folhas de metal e por isso não estivesse gerando uma tensão entre os metais?

Então resolvi lixar a folha de cobre. Quando passei a lixa a primeira vez observei que a folha de cobre ficou com marcas profundas devido a lixa. Pensei que, se toda vez que o experimento fosse realizado fosse necessário lixar a folha de cobre, ela iria se desgastar muito rapidamente. Procurei em casa uma lixa mais fina, para corroer o menos possível a folha de cobre. Como não encontrei uma lixa mais fina, resolvi passar lã de aço, algo que era usado para lustrar as panelas da cozinha e facilmente encontrada em diversos mercados.

Passei a lã de aço na folha de cobre e a mesma ficou muito mais limpa que no início do experimento. Resolvi passar a lã de aço na folha de zinco também para garantir um bom contato, realizei novamente o experimento e ainda não obtive nenhuma deflexão na agulha da bússola. Dessa vez pensei que fosse por causa da temperatura, que estava ambiente, e resolvi aquecer as folhas de metal utilizando

um ferro de solda. Aproximei o ferro das folhas de metal e esperei alguns minutos. Quando a fita de cobre estava aquecida, cometi a imprudência de pressioná-la com as mãos, sem luvas, e acabei com uma queimadura em um dedo!

Porém, mesmo com o aumento de temperatura não observei nenhuma deflexão na bússola. Constatei que deveria tomar mais cuidado ao utilizar metais aquecidos, além de refletir mais sobre o que poderia estar dando errado no experimento. Ao analisá-lo melhor, notei que a ponta da fita de cobre também estava escura, e a lixei também, até estar limpa e brilhante para um melhor contato.

**Figura 5** – terminais da espira de cobre, sem lixar (a esquerda) e lixada (a direita).



**Fonte:** Próprio autor.

Novamente realizei um teste, e mais uma vez o experimento veio a falhar. Resolvi então esquentar apenas uma das folhas de metal, enquanto a outra ficava a temperatura ambiente. Primeiro aqueci a folha de cobre enquanto a folha de zinco estava à temperatura ambiente; quando as duas foram colocadas em contato nada ocorreu. Posteriormente foi aquecida a folha de zinco enquanto a folha de cobre ficava a temperatura ambiente, mas, quando as mesmas foram colocadas em contato novamente nada ocorreu. Nesse momento muitas dúvidas e indagações surgiram: o que pode estar errado? Será que a bússola está em boas condições?

Resolvi testar a bússola. Para isso, fiz um circuito simples com uma lâmpada halógena de carro e uma bateria, aproximei um fio do circuito à bússola, semelhante ao experimento de Ørsted e finalmente houve uma deflexão na agulha da bússola! A bússola foi testada também aproximando-se um ímã, havendo também deflexão. Assim sanei umas das dúvidas: a bússola estava em boas condições.

O passo seguinte foi analisar a fita de cobre que era envolta por um tecido para isolar as espiras uma da outra. Verifiquei que a fita não estava rompida, aferi a resistência da fita desenrolada e enrolada com um multímetro e observei que a

resistência se manteve a mesma em 0,4 ohms o que mostrou que o isolamento estava correto e garantia a continuidade do circuito. Caso houvesse uma falha no isolamento, a resistência iria diminuir quando a fita fosse enrolada. Concluindo que tudo parecia estar correto quando testados isoladamente, mas, não funcionando juntos, foi necessário testar outros tipos de metais, como alumínio e latão, e variar com a folha de cobre e a folha de zinco.

**Figura 6 – Teste com folha de latão e folha de cobre**



Fonte: Próprio autor.

**Figura 7 – Teste com folha de alumínio e folha de cobre**



Fonte: Próprio autor

Quanto aos metais utilizados, vale ressaltar que eram diferentes do de Seebeck. Seebeck usou um disco de bismuto. Apesar de ter um disco de bismuto, optei por não o utilizar, já que não seria possível encontrar mais desse metal para montar o kit didático. Além disso, sabia que o bismuto é extremamente maleável e derrete a temperaturas não muito altas (a chama de uma vela, por exemplo, é suficiente) e, portanto, facilmente eu perderia a única amostra do metal que possuía.

Depois de realizar os testes com os diferentes metais e ainda assim não observar nenhuma deflexão da bússola, desanimei e fui realizar o segundo experimento de Seebeck. Eu esperava que enquanto fosse realizado o próximo experimento, pudesse surgir alguma ideia para conseguir fazer o primeiro funcionar.

## 4.2 O segundo experimento de Seebeck

O segundo experimento consistia em uma barra de bismuto como base e uma barra de cobre em formato de U em cima, conforme a figura 2. Com as extremidades da barra U em contato com a barra de bismuto, a bússola ficaria no meio das barras, e seria aquecida uma extremidade das barras gerando um campo magnético que defletiria a agulha da bússola.

A primeira dificuldade que imaginei foi conseguir achar uma barra de bismuto, um metal caro e não tão simples de encontrar. Como o propósito era utilizar o experimento em aulas para o Ensino Médio, pensei imediatamente em substituir o bismuto por outro material de mais fácil acesso. Então, pesquisando um metal que fosse fácil de encontrar, o que me veio à mente foi o alumínio, metal que em casa eu tinha alguns pedaços remanescente de um trilho de cortina. Então decidi testar a configuração com o alumínio substituindo o bismuto.

**Figura 8** – Barras de alumínio e cobre



Fonte: Próprio autor.

De posse de uma fita de cobre e uma barra de alumínio (retirado de um trilho de cortina), a dúvida que ficava era qual tamanho de barra seria necessário para o experimento funcionar? Foram cortadas então, a barra de alumínio com 16cm e a de cobre com 23cm, torcendo para que o experimento fosse um sucesso.

Primeiro lixei as extremidades da fita de cobre, pois eu já se sabia que era necessário um ótimo contato entre as partes metálicas; moldei as barras de cobre com um alicate para ser fixada acima da barra de alumínio. Então veio a fase de fixar uma peça na outra. Sabia que não daria certo ficar segurando as barras com as mãos, pois como era necessário aquecer uma extremidade, o calor poderia ocasionar queimaduras. Então pensei um modo de fixar uma barra na outra e manter um bom contato. Aparentemente, a solução mais viável era utilizar parafusos

nas extremidades, e para isso perfurei as extremidades, tanto da barra de cobre como da barra de alumínio, para uma melhor fixação entre as peças. Na barra de alumínio foi fácil de se furar; porém, na barra de cobre que era muito fina, problemas surgiram, se o furo fosse feito muito rápido e com muita força sendo exercida na furadeira, a fita rompia ou enrolava na broca da furadeira. Tive então que furar com muita calma e cuidado para que os furos ficassem bons.

**Figura 9** – Barras de alumínio e cobre furadas



**Fonte:** Próprio autor.

Em casa foi fácil encontrar alguns parafusos sobressalentes de projetos passados. Então utilizei aqueles que eram da espessura necessária para fixar uma barra na outra, com 5mm de diâmetro. Posteriormente imaginei que o material dos parafusos pudesse interferir no experimento; entretanto, no momento da montagem não me atentei a isso e fixei as partes parafusando-as.

**Figura 10** – Barras parafusadas



**Fonte:** Próprio autor.

Era necessário um anteparo de madeira para elevar o experimento, pois a barra de alumínio seria aquecida com uma vela e não seria possível segurar a barra

com as mãos. Devido à falta de tempo, improvisei um cepo de madeira abaixo da bússola para que houvesse espaço de colocar uma vela acesa para fornecer calor para o experimento. Tomei cuidado para deixar a uma altura razoável em que a vela ficasse abaixo das barras sem dificuldades e sem haver contato com a barra.

Em seguida, posicionei a bússola no centro das barras de metal, e colocados sobre o cepo, tomei cuidado para alinhar ao norte e sul, a agulha da bússola com as barras de metal, para que qualquer deflexão fosse observada. A essa altura do experimento esperava que, se houvesse uma deflexão, seria mínima, e, portanto, era necessária bastante atenção a agulha da bússola.

**Figura 11**– Segundo experimento



**Fonte:** Próprio autor.

Acendi uma vela e a posicionei abaixo de um dos lados da barra de alumínio, mais ou menos na região onde estava localizado o parafuso, pois era a região onde se tinha um melhor contato entre os dois metais.

**Figura 12** – Segundo experimento sendo aquecido e agulha sendo defletida



Fonte: próprio autor.

A princípio não se observou nada; mas depois de alguns segundos foi possível perceber um leve desvio para esquerda na direção da agulha da bússola. Algo muito sutil, porém, como minha atenção estava bem focada na bússola foi possível observar a deflexão, e foi observado que a agulha já estava interagindo com o campo magnético nas barras.

Após essa observação, esperei algum tempo. para a barra de alumínio voltar a temperatura ambiente. Não foi tão rápido, cerca de alguns minutos, e para agilizar o resfriamento coloquei água gelada no lado aquecido da barra. Com a barra à temperatura ambiente, posicionei a vela na extremidade oposta da barra de alumínio.

**Figura 13** – Segundo experimento aquecendo o lado oposto

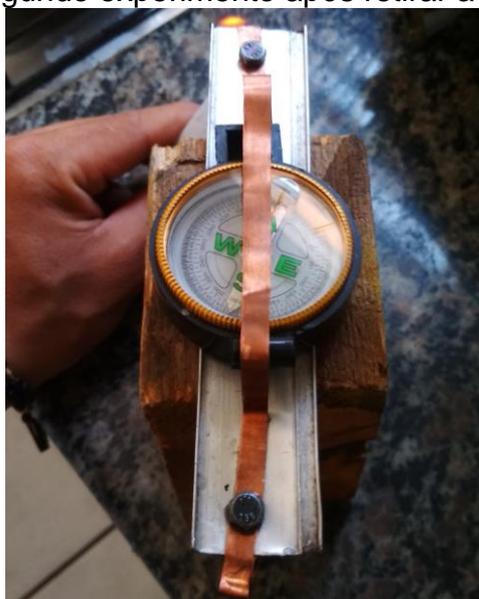


Fonte: Próprio autor.

Foi possível observar que desta vez a agulha da bússola desviou um pouco para o lado direito, curiosamente o contrário do que tinha acontecido anteriormente. Porém já era esperado que isso fosse ocorrer, pois, o fluxo de calor estava no sentido oposto; então, pelo senso comum e não por embasamento científico, esperava-se que o sentido da deflexão fosse o contrário.

Testei outra configuração: coloquei a barra de alumínio com a barra de cobre no freezer, para que sua temperatura estivesse mais baixa que a ambiente no próximo teste. Imaginei que, se a variação da temperatura ambiente para um estado aquecido ocasionou uma leve deflexão, então se a barra estivesse bem abaixo da temperatura ambiente e fosse levada a um estado aquecido, a deflexão na bússola seria maior. Então, após 15 min, retirei as barras do freezer e o teste aconteceu. Coloquei a vela abaixo de uma extremidade da barra de alumínio, e desta vez o desvio da agulha foi bem maior, algo bem satisfatório de se ver, pois, era bem perceptível a deflexão na agulha da bússola.

**Figura 14** – Segundo experimento após retirar a barra do freezer



Fonte: Próprio autor.

Com uma diferença de temperatura maior, pude observar com mais facilidade a deflexão da agulha na bússola. Observei que neste caso a deflexão era mais acentuada; porém, ficar colocando a barra no freezer antes de cada tentativa tomava um tempo precioso. Pensei que em uma sala de aula, muito provavelmente seria um empecilho a barra ter de ficar em um freezer até a realização do

experimento. Assim, era necessário encontrar uma maneira de resfriar uma extremidade da barra de forma que fosse possível ser replicada em sala de aula. Foi então que pensei no gelo, mantendo-o em um recipiente térmico e o utilizando apenas no momento do experimento. O experimento então foi testado adicionando-se gelo na extremidade oposta a que se aquecia.

**Figura 15** – Segundo experimento, adicionando gelo



Fonte: Próprio autor.

Foi nítido que com a barra a temperatura ambiente, posicionando o gelo em uma extremidade e aquecendo a outra, a deflexão na agulha aconteceu de forma mais rápida: cerca de 40 segundos depois já era possível notar. Inverti então os pontos de aquecimento e resfriamento, e rapidamente se notou a inversão na deflexão da agulha da bússola. Após esse teste a barra de alumínio já estava bem aquecida e haviam sido obtidos resultados bem satisfatórios.

**Figura 16** – Segundo experimento, gelo adicionado na extremidade oposta



Fonte: Próprio autor.

Tive algumas conversas com a professora Ana Paula, e ela perguntou se havia sido realizado algum teste sem os parafusos unindo o cobre ao alumínio. Respondi que não, mas que poderia ser feito, assim como a melhoria de outros elementos do experimento.

### **4.3 Melhorias no segundo experimento**

Quando se iniciava o experimento, a barra de alumínio ficava sobre um cepo de madeira bem suscetível a movimentos e balanços que poderiam afetar o movimento da agulha da bússola, e isto era um incômodo. Para aquecer a extremidade da barra eu usava uma vela, a qual eu ficava segurando com minhas mãos. Sabemos que uma pessoa não consegue deixar sua mão completamente imóvel por muito tempo, e assim a vela também se movia, podendo encostar na barra de alumínio e alterar o experimento de uma maneira desnecessária. Para sanar estes pontos negativos achei necessário fabricar uma base ou suporte, na qual a barra ficasse bem encaixada e sem contato com a bússola. Teria de ser algo fácil de ser encontrado, como alguns pedaços de compensado de 15mm que eu tinha em casa, uma folha de madeira muito usada na fabricação de moveis. Com esse suporte, era esperado que a bússola não ficasse em contato direto com a barra de alumínio, evitando movimentos devido ao manuseio; que a barra ficasse alinhada com a superfície; e que a vela aquecesse um ponto fixamente. Nas peças em que a barra seria apoiada fiz cavas no formato de degrau na espessura de 3,2cm, para que a barra ficasse abaixo da bússola. Para a vela, fiz um suporte com altura variável, pois sabemos que a vela vai diminuindo seu tamanho conforme o uso.

**Figura 17 – Suporte para o experimento**

**Fonte:** Próprio autor.

A fixação de uma barra na outra também foi alterada: os parafusos foram retirados, e deram lugar para dois prendedores feitos em compensado, pois pensei em haver interação apenas entre o alumínio e cobre, sem a influência do metal dos parafusos.

**Figura 18 – Prendedores feitos de compensado**

**Fonte:** Próprio autor.

Realizei o teste com este novo suporte. Nesse dia não havia gelo em casa para ser usado, fiz o experimento apenas aquecendo uma extremidade, o que não alterou seu funcionamento. Era bem perceptível a deflexão da bússola, e o suporte também facilitou o uso, pois, agora bastava apenas alinhar a agulha e suporte na direção norte e sul, acender a vela e ajustar sua altura, depois, era apenas esperar a deflexão da agulha ser observável.

**Figura 19** – Segundo experimento, utilizando o suporte



**Fonte:** Próprio autor.

Como este experimento cheguei a conclusão de que já estaria adequado para o uso em sala de aula, pois, seus materiais de fabricação eram facilmente encontrados; a montagem era relativamente simples, e o fenômeno observado era como esperado, ou seja, ao aquecer uma extermizada logo era possível observar características magnéticas.

Construí um segundo protótipo desse mesmo experimento, porém um pouco maior, utilizando barras com 45cm alumínio e 53cm cobre. Foi necessário utilizar prendedores um pouco maiores, mas os passos para montagem seguiram os procedimentos anteriormente citados, como lixar, moldar e unir as barras.

**Figura 20** – Barras unidas



**Fonte:** Próprio autor

Devido ao maior tamanho das barras que seriam usadas agora, o suporte necessitava de ajustes, pois era necessária uma peça para sustentar a barra próxima à sua extremidade, e o local em que a bussola se apoiava deveria ser

ampliado. Com esses ajustes, o suporte permitiria o uso tanto da barra anterior quanto da atual.

**Figura 21** – Suporte atualizado



Fonte: Próprio autor.

Realizei novamente o experimento, e por algum motivo a barra aqueceu bem, mas nenhuma deflexão foi observada. Fiz uma inspeção em todo o aparato, e observei que um prendedor que unia as barras estava com uma certa folga. Poderia essa folga prejudicar a união entre os metais impossibilitando o surgimento do magnetismo? Lembrei que, segundo Seebeck, o contato entre os metais é fundamental para o surgimento do magnetismo nesse caso. Então fiz outro prendedor, com uma medida menor, 3mm de abertura dessa vez, coloquei no lugar e refiz o experimento. Como podemos observar na figura 22, a barra alinhada nas direções norte e sul, colocando-se a fonte de calor na extremidade norte e gelo na extremidade sul, a agulha da bússola é defletida para direção leste (direita).

**Figura 22** – Segundo protótipo do segundo experimento



Fonte: Próprio autor.

Considerando a intensidade da deflexão observada com este experimento (Fig. 22) e o baixo custo para montagem, escolhi como um modelo didático para ser usado em sala.

## 5 ELABORAÇÃO DA AULA E DIFICULDADES

Após finalizar o último protótipo, tentei resumir quais as dificuldades que tive, enquanto futuro professor, para pensar numa aula que tratasse do experimento de Seebeck (efeito termoelétrico), a partir da abordagem histórica e experimental. Creio que posso separar essas dificuldades em três “categorias”.

Uma delas corresponde aos conteúdos envolvidos no assunto. Para conseguir realizar o experimento, entender das propriedades dos metais e ter conhecimentos básicos de eletricidade e magnetismo são fundamentais. Porém, no caso do experimento histórico, dominar a história sobre o experimento, as hipóteses e conclusões de Seebeck também são importantes e podem, em grande parte, ajudar a solucionar os problemas que aparecem na prática. Foi o caso, por exemplo, da mudança dos prendedores e também o principal empecilho para não obter resultados satisfatórios com o primeiro experimento. Conforme relata Silva (2019b), Seebeck não explicita várias condicionantes para conseguir a deflexão apenas com a temperatura da mão. Nesse caso são importantes as espessuras dos metais (fita de cobre e disco de metal diferente) que precisam ser muito finos e limpos (a oxidação que observei realmente atrapalha), como também uma diferença de temperatura relativamente grande entre a ambiente (e metais) e a do corpo humano, e que só é possível submetendo um ou outro a extremos (por exemplo, o freezer ou a mão previamente aquecida).

Numa outra categoria se encaixam as dificuldades procedimentais, relativas ao experimento propriamente dito. Nela entram especificidades como: encontrar materiais adequados; possuir habilidades técnicas, como marcenaria e eletrônica e possuir um espaço adequado para testar o experimento, bem como materiais de segurança pessoal. Essas dificuldades experimentais tornaram o primeiro experimento inadequado para uso em sala de aula, tendo o segundo experimento uma maior possibilidade de uso em sala de aula, por ter uma facilidade maior de manuseio.

Essas duas categorias afetam diretamente no planejamento da aula, pois englobam adaptar linguagem e materiais para outro contexto; assegurar segurança dos alunos na manipulação dos equipamentos; e desenvolver uma aula que estimule o espírito investigativo e a criticidade dos alunos, ao mesmo tempo em que

possibilite superar suas concepções prévias. Porém, cada sala de aula é um contexto diferente; cada turma apresenta uma resposta diferente, e no planejamento é preciso prever também as reações desfavoráveis e planos alternativos, caso seja preciso fazer modificações. Portanto, o planejamento é um processo dinâmico e precisa ser revisto a cada nova turma e/ou aula.

Por fim, numa última categoria entram os desafios da minha própria formação. Nela entram as diferenças contrastantes entre as aulas que tenho, e aquelas que devo preparar para estágios e práticas. Enquanto as primeiras reforçam a parte conteudística e a prática de exercícios focados na matemática, as últimas reforçam a necessidade de interagir com o aluno, conhecer suas concepções prévias e focar nos fenômenos e atividades práticas e contextuais. Juntam-se a esse dilema fatores externos que acabam abalando minhas perspectivas enquanto futuro professor. Eventos como greves de diferentes setores da economia, sem falar dos professores; suspensão das atividades devido à pandemia que assolou o mundo em 2020; e até mesmo aqueles a que estou habituado, mas não conformado, como a falta de água nas escolas e nas cidades, afetam implícita ou explicitamente, meu futuro como profissional e trazem sentimentos conflitantes.

Desse modo esperava-se planejar e ministrar uma aula baseada nas informações obtidas neste trabalho. Seria feita uma aula com estilo de RPG<sup>1</sup>, com a intenção dos alunos imergirem na história realizando escolhas, sendo que algumas os levariam a realização do experimento. Entretanto, todo o mundo foi prejudicado em consequência da pandemia de corona vírus de 2020; escolas e várias instituições pausaram suas atividades, impossibilitando desse modo de ser ministrada uma aula nos moldes pretendidos.

Enfim, não é apenas o planejamento da aula que é dinâmico. A vida é dinâmica, difícil de colocar em caixinhas e isolar do “resto”. Se isso acontece na formação de um professor, impossível que não ocorra também ao longo do desenvolvimento da ciência, como bem mostra a história da ciência.

---

<sup>1</sup> RPG significa Role Playing Game, um jogo onde as pessoas interpretam seus personagens e criam narrativas que giram em torno de um enredo.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo conhecer as dificuldades pelas quais um professor passa ao querer elaborar uma aula com abordagem histórica e experimental. Para isso, escolhi um episódio histórico que tratava de um experimento do século 19 (efeito Seebeck) e busquei reproduzi-lo.

A abordagem histórica, para que tenha efetividade em sala de aula numa formação crítica, não pode se restringir apenas a nomes, datas e fatos. Nesse sentido, a escolha do episódio foi feita também por já possuir uma narrativa histórica existente em português e de amplo acesso.

O desafio maior se concentrou na reprodução do experimento histórico relacionado à narrativa. Durante a construção do experimento precisei refletir sobre diferentes hipóteses, relacionadas tanto ao conteúdo (termoeletricidade) quanto aos procedimentos. Em grande parte, fui favorecido por uma formação técnica antes, o que me permitiu manipular objetos e instrumentos com facilidade. Por outro lado, esse mesmo conhecimento da técnica por vezes impediu que eu visualizasse outras formas de abordar o problema, ou mesmo que não me atentasse aos obstáculos existentes ao adotar uma perspectiva anacrônica dos materiais e procedimentos.

Por fim, é preciso ressaltar que a construção do experimento sempre teve por trás sua intenção didática, ainda que não finalizasse num possível planejamento de aula. Nesse sentido, o processo de me inteirar da história e reproduzir o experimento reflete muito do que um professor pode necessitar caso pretenda planejar uma aula considerando a abordagem histórica e experimental. Espera-se assim que o presente trabalho possa servir como norteador de outras pesquisas que busquem critérios necessários para aprimorar a formação de professores, em especial de licenciandos em Física.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de ensino de física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.

CANEVA, K. L. **The form and function of scientific discoveries**. Washington, DC: Smithsonian Institution Libraries, 2001.

FERREIRA, É. J. B; SILVA, A. P. B. Termomagnetismo ou termoeletricidade? Um estudo do trabalho de Thomas Johan Seebeck. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 861-878, dez.2016.

JARDIM, Wagner Tadeu; GUERRA, Andreia. Experimentos Históricos e o Ensino de Física: Agregando Reflexões a partir da Revisão Bibliográfica da Área e da História Cultural da Ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 3, p. 244-263, 2017.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução. A história das ciências e seus usos na educação. Pp. Xxi-xxxiv, in: Silva, Cibelle Celestino (ed). *Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino*. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MARTINS, Roberto de Andrade. **Sobre o papel da história da ciência no ensino**. Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência, n. 9, p. 3-5, 1990. Disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/server/pdf/ram-42.pdf> Acesso em: 10 jun. 2019.

MARTINS, Roberto de Andrade. **Ørsted e a descoberta do eletromagnetismo**. Cadernos de História e Filosofia da Ciência, v. 10, p. 89-114, 1986. Disponível em: <http://www.ghtc.usp.br/server/pdf/ram-30.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

MOREIRA, Lúcia. Medição de temperatura usando-se termopar. **Cerâmica Industrial**, v. 7, n. 5, p. 51-53, 2002.

ROBILOTTA, Manoel R. O cinza, o branco e o preto—da relevância da história da ciência no ensino da física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 5, p. 7-22, 1988.

SILVA, A. P. B. Distorções científicas perenes e suas consequências para o ensino de ciências: a relação entre eletricidade, magnetismo e calor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 41, n. 4, abr. 2019a.

SILVA, A. P. B. Magnetismo e condução de calor no trabalho de Seebeck: desafios da ciência experimental In: SILVA, A. P. B.; MOURA, B. A. (orgs). *Objetivos humanísticos, conteúdos científicos: contribuições da história e da filosofia da ciência para o ensino de ciências*. 1 ed. Campina Grande: EDUEPB, 2019b, p. 53-88

SILVA, Ana Paula Bispo; SILVA, Jamily Alves da. A influência da Naturphilosophie nas ciências do século XIX: eletromagnetismo e energia. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 24, n. 3, p. 687-705, 2017.