

Eric Douglas Ferreira da Silva

**UMA PROPOSTA DIDÁTICO-METODOLÓGICA PARA O
ENSINO DO ELETROMAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO:
CONTRIBUIÇÕES DA LITERATURA DA ÁREA**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido como requisito final para a
obtenção do grau de Licenciatura em
Física pela Universidade Federal de
Santa.

Orientador: Prof. Dr. André Ary
Leonel (UFSC).

Florianópolis
2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

da Silva, Eric Douglas Ferreira
UMA PROPOSTA DIDÁTICO-METODOLÓGICA PARA O ENSINO
DO ELETROMAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO: CONTRIBUIÇÕES DA
LITERATURA DA ÁREA / Eric Douglas Ferreira da
Silva ; orientadora, André Ary Leonel, 2018.
61 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Ciências Físicas e Matemáticas, Graduação em Física,
Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Física. 2. Momentos pedagógicos. 3. História e
filosofia da ciência. 4. Tecnologia e sociedade. 5.
experimentação e eletromagnetismo.. I. Leonel, André
Ary . II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Graduação em Física. III. Título.

Eric Douglas Ferreira da Silva

**UMA PROPOSTA DIDÁTICO-METODOLÓGICA PARA O
ENSINO DO ELETROMAGNETISMO NO ENSINO MÉDIO:
CONTRIBUIÇÕES DA LITERATURA DA ÁREA**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para
obtenção do Título de Licencianda em Física e aprovada em sua forma
final pelo Curso de Graduação em Física

Florianópolis, 5 de Dezembro de 2018.

Prof. Dr. João José Piacentini
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof. Dr. André Ary Leonel
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Me. Reginaldo Manoel Teixeira – CA/UFSC
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Sandro da Silva Livramento Machado – SED/SC
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Dr. Juliano Camillo – MEN/UFSC (suplente)
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer aos meus pais que sempre me apoiaram antes e durante a graduação e meu orientador, André Ary Leonel, que conheci já nos últimos semestres do curso, mas que ajudou na minha formação e principalmente neste trabalho, com sua paciência, atenção e disponibilidade.

RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso é uma proposta didático-metodológica para o ensino do eletromagnetismo no ensino médio, nas quais são usadas algumas estratégias de ensino como HFC (história e filosofia da ciência), enfoque CTS (ciência, tecnologia e sociedade) e experimentação, tudo isso dentro de uma perspectiva baseada nos 3MP (três momentos pedagógicos). A estrutura do trabalho consiste em uma introdução, onde são apresentadas as motivações e os objetivos do trabalho, um referencial teórico, que foi usado para fundamentar as aulas, a proposta em si, sucedida por uma reflexão e as considerações que se destacam. Tanto nos aspectos positivos, tais como, os pontos em que as diversas estratégias articuladas se fortalecem para uma visão mais adequada da natureza da ciência e para a formação do cidadão, quanto nos desafios a serem enfrentados, tais como, as dificuldades em planejar uma sequência de aulas sob a perspectiva dos três momentos pedagógicos aliada a todas as estratégias adotadas em um curto intervalo de tempo, sem que elas fiquem desconexas ou superficiais.

Palavras-chave: momentos pedagógicos, história e filosofia da ciência, ciência, tecnologia e sociedade, experimentação, eletromagnetismo.

ABSTRACT

This work is a didactic proposal for the teaching of electromagnetism in high school, that englobes teaching strategies such as HFC (history and philosophy of science), CTS (Science, technology and society) and experimentation, all within a perspective based on 3MP (three pedagogical moments). The structure of the work consists of an introduction, which presents the motivations and objectives of the work, a theoretical reference, which was used to base the classes, the proposal itself, succeeded by a reflection and the considerations that stand out. Both in the positive aspects, such as the points in which the various articulated strategies are strengthened for a more adequate view of the nature of science and for the formation of the citizen, as well as in the negatives such as the difficulties in planning a sequence of classes from the perspective of the three pedagogical moments and with all these strategies in a short period of time, without them becoming disconnected or superficial.

Keywords: pedagogical moments, history and philosophy of science, science, technology and society, experimentation, electromagnetism.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
HFC	História e Filosofia da Ciência
3MP	Três Momentos Pedagógicos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	27
2 EMBASAMENTO TEÓRICO: FUNDAMENTANDO A PROPOSTA.....	31
2.1 Três momentos pedagógicos.....	31
2.2 História e filosofia da ciência.....	37
2.3 Experimentação.....	42
2.4 Ciência, tecnologia e sociedade.....	45
3 A PROPOSTA.....	51
3.1 A sequência didática.....	51
3.1.1 Primeiro Ciclo: Experimento de Oersted.....	52
3.1.2 Segundo Ciclo: Gerador elétrico.....	54
3.1.3 Terceiro Ciclo: Usinas elétricas.....	57
3.1.4 Quarto Ciclo: Transformadores e distribuição de energia elétrica. 58	
4 REFLEXÕES SOBRE A PROPOSTA.....	61
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
REFERÊNCIAS.....	71
ANEXO - PROCEDIMENTO PARA CONSTRUÇÃO DE GERADOR ELÉTRICO.....	73

1 INTRODUÇÃO

Durante a minha graduação em Licenciatura em Física pela UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), cursei algumas disciplinas de ensino de física que tiveram o intuito de me habilitar a usar diversas abordagens aos conteúdos físicos, aproveitando suas potencialidades e contornando as dificuldades. Com um intuito de melhorar o ensino de física no ensino médio, que comumente tem a função apenas de apresentar as leis físicas consideradas corretas nos dias de hoje, sem se preocupar muito com o raciocínio, premissas e contexto histórico social que deram origem, nem as teorias vigentes anteriormente, apenas em aplicar o conhecimento atual, mas ainda sim, por vezes essa aplicação é descontextualizada.

O problema é que um ensino assim desmotiva os alunos, que não conseguem enxergar, mais que aplicações, utilidades de tal ensino. E é nessa hora em que as abordagens, que me pareciam tão distintas inicialmente, convergem para um ensino mais significativo para os alunos.

De fato, metodologicamente as abordagens são bem distintas e até possuem objetivos específicos diferentes, o que faz cada uma ter virtudes maiores em um ponto ou outro. Porém, da maneira que foram ensinadas, todas têm pelo menos um objetivo em comum, dar sentido ao ensino de física para quem não vai se tornar um cientista, seja por concluir os estudos ao final do ensino médio ou ingressar em um curso que não envolva ciências naturais.

Como já foi dito, tive um número razoável de disciplinas de licenciatura, mas foi em uma cadeira em comum com o bacharelado, Evolução dos conceitos de Física com o professor Peduzzi, que nasceu um interesse especial pela abordagem da História e Filosofia da Ciência (HFC). Já tinha tido anteriormente aulas sobre o assunto, mas possivelmente o que me cativou foi ter aulas efetivamente sobre HFC e não simplesmente pensar em como aplicá-la como uma estratégia ao ensino de Física. Afinal, como eu poderia aplicar HFC para o ensino de física se eu mesmo não tinha nenhum conhecimento sobre HFC?

Essa é uma das dificuldades recorrentemente apontadas por autores que discutem essa abordagem, a falta de professores capacitados para utilizá-la. Outra grande dificuldade, que inclusive será abordada neste trabalho, é a falta de materiais adequados para serem utilizados no ensino. (MARTINS, 2006; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011)

Por isso decidi que iria fazer o TCC relacionado ao tema. Tendo a intenção de elaborar uma sequência didática para o professor que

entende as limitações de um ensino tradicional, apenas de ciências, e deseja inserir também um ensino sobre ciências em sua prática pedagógica, visando uma cultura científica para formação mais completa do cidadão, para que ele possa reconhecer a ciência como um empreendimento humano e todas as consequências que isso acarreta, como sua contínua transformação que vai influenciando e ao mesmo tempo sendo influenciada pela sociedade.

Lendo e pensando a respeito, percebi que, para alcançar os meus objetivos, a abordagem HFC possibilita o uso de outras abordagens em conjunto, como a experimental, já que a física conta com uma base empírica muito forte (embora não seja a única), os experimentos têm importância fundamental e aparecem nos relatos históricos, permitindo ao professor reproduzi-los, de forma adaptada, sempre que considerar pertinente e viável. (MARTINS, 1990). Ou o enfoque CTS, que pode auxiliar especialmente, a transformar uma das visões distorcidas, que a abordagem HFC tem o objetivo de corrigir, que é a de que a ciência é completamente desvinculada da sociedade, não influenciando, nem sendo influenciada por ela.

Das três abordagens utilizadas a HFC tem maior destaque, pois vai servir como motivação para o uso das outras duas, utilizadas de forma pontual para uma ou outra aula. Por esse motivo, o próximo capítulo que é dedicado a explanar sobre as principais referências usadas na elaboração deste trabalho, dá maior ênfase a essa abordagem.

Por fim, eu precisava de uma dinâmica didático-metodológica, para inserir essas abordagens, e um conteúdo de física para ensinar, que se conciliassem bem com essas abordagens, mantendo o objetivo de elaborar uma sequência didática que pudesse evidenciar a ciência como um processo histórico, influenciável pelo contexto social e cultural da região e época onde se desenvolve.

O conteúdo eleito foi o eletromagnetismo por alguns motivos, a começar pelo meu interesse pelo tema, por ter ministrado aulas sobre esse assunto no último estágio (e ter experiências anteriores que poderiam me ajudar na elaboração da sequência didática) ao mesmo tempo que possui uma história bem rica, que podemos explorar com o uso da HFC, ser um assunto bem atual com diversas aplicações tecnológicas, permitindo assim a exploração deste potencial dentro da perspectiva do enfoque CTS. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002) até mencionam propícios para aproveitar cada um dos aspectos. Que são, as diferentes formas de produção de energia (entre elas elétrica) em um contexto social; e a perspectiva histórica na discussão sobre motores elétricos e iluminação elétrica, que

impulsionaram a segunda revolução industrial, sendo um acontecimento histórico-social especialmente importante por isso.

Não que outros conteúdos não possam ser abordados dessa forma, como a termodinâmica que impulsionou e ao mesmo tempo foi impulsionada fortemente pela primeira revolução industrial, que é um acontecimento histórico com diversas implicações sociais, o que favorece e muito um tratamento parecido. Entretanto, precisava optar por um.

A dinâmica dos três momentos pedagógicos (3MP) favorece a inserção da HFC em ao menos dois aspectos. Como a valorização e aperfeiçoamento da visão do aluno, por levar em consideração seus conhecimentos os anteriores. Esse conhecimento precisa ser tratado com cuidado e transformado, uma das maneiras apontadas para fazer isso é a HFC, já que “O processo pelo qual o aluno precisa passar é semelhante ao processo de desenvolvimento histórico da própria ciência”. (MARTINS, 2006, p. 26)

Se torna ainda mais interessante quando as ideias dos alunos tornam possível relacionar, não só os processos, mas as próprias concepções as que já foram aceitas, ou ao menos consideradas pela comunidade científica de outra época, pois além de orientar a discussão ela valoriza a pergunta do aluno, minimizando o risco de expô-las ao ridículo e maximizando as chances de analisar os argumentos que as favorecem (MARTIS, 2006; MARTIS, 2007).

Outro aspecto é que segundo Elio Carlos Ricardo e Demétrio Delizoicov, a problematização inicial, primeiro dos 3 momentos pedagógicos, deve propiciar uma contextualização, o que pode ser feita por meio de HFC, amenizando a descontextualização realizada na transposição didática.

Nesta perspectiva elaboramos como problemática desta pesquisa: Quais contribuições o uso da HFC, articulado ao uso de atividades experimentais e do Enfoque CTS oferecem para a elaboração de uma sequência didática para o ensino de Eletromagnetismo na educação básica?

A partir da problemática adotamos como principal objetivo de pesquisa: Elaborar e analisar uma sequência didática para o ensino de Eletromagnetismo explorando as contribuições da História e Filosofia da Ciência, das atividades experimentais e do enfoque CTS.

No objetivo principal, estão contemplados os seguintes objetivos específicos:

- Contribuir com o ensino de Física na educação básica a partir da apresentação de uma sequência didática para o ensino de Eletromagnetismo;

- Contribuir com a formação de professores apresentando uma proposta para o ensino do Eletromagnetismo, contendo reflexões para o seu uso;
- Contribuir com a demanda por materiais para o uso da HFC na educação básica;

Apresentados o conteúdo, abordagens e método didático, o capítulo 2, intitulado “Embasamento teórico: Fundamentando a Proposta”, irá falar sobre cada um deles destacando as ideias apontadas em trabalhos na área da educação que foram primordiais, para elaboração da proposta didática presente no capítulo 3, intitulado: “Apresentação da Proposta”, e para fazer as reflexões do capítulo seguinte, com o título: “Reflexões sobre a Proposta”. Por fim, no último capítulo, nas Considerações finais, será feita uma explanação do que se pode concluir com o trabalho a partir da elaboração e análise da sequência didática apresentada.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO: FUNDAMENTANDO A PROPOSTA

2.1 Três momentos pedagógicos

Em *Pedagogia do Oprimido* de 1970, Paulo Freire, tece muitas críticas ao que ele chama de ensino “bancário”, que é caracterizado pela premissa de que o educador é a pessoa que sabe e o ensinado a pessoa que não sabe (nada). O educador é o que tem o poder da narrativa, é o que fala, é o que age... com a intenção de “depositar”, como forma de doação, o conhecimento para a pessoa que não sabe. Nessa perspectiva, o conhecimento do aluno é totalmente negligenciado e isso tem sérias implicações.

Se o aluno já possui conhecimentos mesmo que de senso comum, adquiridos através de suas experiências cotidianas, e o conhecimento científico atualmente aceito é “depositado”, ele não substituirá o conhecimento anterior pelo “novo”, o conhecimento anterior será sobressalente ao “novo”, o aluno continuará tentando explicar o mundo (fora de sala de aula) com esse conhecimento de senso comum, isso no melhor caso, em que o conhecimento científico é absorvido. Mesmo nesse caso, não há grandes benefícios, pois, o aluno irá utilizar esse conhecimento apenas dentro da escola e não para enxergar o mundo de forma diferente (RICARDO, 2011).

Para que o ensino seja efetivo, temos que transformar o conhecimento já existente no aluno, esse processo de transformação além de não permitir uma dicotomia do conhecimento, fomenta um pensamento crítico que é importante para todos (cientistas ou não) (DELIZOICOV, 2001; MARTINS, 2006; RICARDO 2011; VIANNA; BERNARDO, 2013; SASSERON, 2015).

No mesmo livro, *Pedagogia do Oprimido*, são apresentadas alternativas para isto, que juntamente com outras ideias publicadas mais tarde, são subsídios para três projetos que utilizam as práticas que deram origem a dinâmica didático-pedagógica nomeada de “Três Momentos Pedagógicos” (3MP) (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014).

A dinâmica dos 3MP que é uma das bases para a sequência didática presente no capítulo seguinte, é, como o próprio nome evidencia, separada em três momentos. O primeiro deles é chamado de *Problematização inicial*. Nesse momento o professor deve problematizar uma situação do cotidiano do aluno, para que ele saiba algo a respeito, permitindo que haja um diálogo entre ambos, assim o professor poderá além de verificar as concepções alternativas, colocá-las em confronto com os conceitos físicos, levando o aluno a perceber que não possui

conhecimentos científicos suficientes para dar uma resposta adequada e completa, fazendo os alunos quererem adquirir mais conhecimentos sobre o tema em questão. Perceba que aqui as situações problematizadas, não tem apenas a função motivacional e a escolha de uma situação já vivenciada ou presenciada pelo aluno, não tem objetivo somente de justificar o ensino do que será aprendido. (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014; RICARDO 2011; DELIZOICOV 2001)

Na organização do conhecimento ou segundo momento, é onde os conceitos científicos essenciais para o entendimento dos temas e da problematização inicial são metodicamente estudados. Para isso, as mais diversificadas atividades podem ser realizadas pelos alunos com a orientação do professor, incluindo as resoluções de exercícios. (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014; RICARDO 2011; DELIZOICOV 2001)

Finalmente o terceiro momento é o de aplicação do conhecimento, onde o conhecimento adquirido vai ser usado para analisar e interpretar não só as situações apresentadas inicialmente, mas outras situações cujo o entendimento seja alcançado através dos mesmos conceitos incorporados no segundo momento. Novamente diversas atividades podem ser utilizadas. O objetivo desse momento, assim como o do primeiro, não é somente validar os conhecimentos adquiridos, justificando o seu estudo, mas aos poucos mostrar para o aluno que esses conhecimentos são acessíveis a qualquer indivíduo e pode transformar a maneira de ver e interagir com o mundo. (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014; RICARDO 2011; DELIZOICOV 2001)

Para contribuir, ainda mais, com o entendimento da proposta dos 3MP apresentamos a descrição feita no livro “Física” de Demétrio e Angotti (1990), uma vez que se trata do principal referencial para a construção da sequência didática do presente trabalho e da pertinência da discussão dos momentos presentes na obra.

Para os autores, no primeiro momento:

São apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos. Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, as que não dispõem de conhecimentos científicos suficientes. A problematização poderá ocorrer pelo menos em dois sentidos. Por um lado, o aluno já poderá ter noções sobre as questões colocadas, fruto da sua aprendizagem anterior na escola ou fora dela. As noções poderão estar ou não de acordo com as teorias e as explicações da Física, representando o que se tem chamado de “concepções alternativas” ou “conceitos espontâneos dos alunos. A discussão problematizada pode

permitir que essas concepções emergjam. Por outro lado, a problematização poderá permitir que o aluno sinta a necessidade de aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém; ou seja, a situação ou questão se configura para ele como um problema para ser resolvido. Daí a importância de se problematizarem questões e situações. Neste primeiro momento, caracterizado pela compreensão e apresentação da posição dos alunos frente ao tópico, é desejável que a postura do professor se volte mais para questionar e lançar dúvidas sobre o assunto do que para responder e fornecer explicações (ANGOTTI; DELIZOICOV, 1992, p.29).

Os autores reforçam a importância para a seleção de situações e/ou questões que sejam mais adequadas à região da escola ou ao interesse local. Quanto ao critério para a escolha das questões os autores afirmam que é “o seu vínculo com o conteúdo a ser desenvolvido; ou seja, as questões devem estar necessariamente relacionadas ao conteúdo de Física do tópico ou unidade em estudo (ANGOTTI; DELIZOICOV, 1992, p.29).

Esse critério de escolha nos leva ao assunto principal do artigo Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”, que também discute, porém de forma mais aprofundada, a adequação feita no livro em relação aos projetos embasados nas práticas que deram origem aos 3MP. Essa mudança será explanada aqui, mas para quem desejar entendimento mais aprofundado aconselha-se a leitura do artigo. Trata-se de uma diferença na maneira de escolher o tema que será trabalhado em sala. Tradicionalmente a escolha era feita a partir de uma investigação temática e a partir desse tema, especialmente significativo para os alunos, é que as aulas eram estruturadas e os conteúdos que fossem pertinentes ao tema gerador eram escolhidos por redução temática Freire (1975). Fica claro que essa é uma abordagem temática, onde a escolha do tema parece prioritária em relação aos conteúdos científicos.

Isso faz surgir questionamentos de autores como Libâneo (1987), que sugere, que a abordagem do livro “Física” não seria temática, pois o tema central foi escolhido a priori, para que pudessem ser abordados todos os conteúdos tradicionalmente presentes no ensino médio, denotando assim, na visão desses autores, uma relevância maior para os conteúdos que para os temas. Entretanto, os autores do artigo que faz a análise, defendem dizendo que a abordagem utilizada

(...) tem como princípio a proposição dos conteúdos de ensino a partir de uma articulação orgânica entre temas e estruturas conceituais das várias áreas do

conhecimento que compõem o currículo escolar. (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2014, p.626)

Para os autores supracitados, é um erro acreditar que uma abordagem temática, na concepção de Freire, abriria mão totalmente de um conteúdo programático, pelo contrário, na obra dele há até maneiras de estruturar previamente os conceitos a serem estudados.

Atribuindo esse equívoco no entendimento a um negligenciamento das atribuições da investigação temática e da redução temática nas concepções de Freire.

O artigo usa diversos outros argumentos, que não vão ser tratados aqui para não prolongar ainda mais a discussão, com o objetivo de convencer que a abordagem do livro se trata de uma abordagem temática, mesmo sem a utilização de tema gerador, já que o tema não é oriundo de investigação temática, portanto não se caracteriza como tal. Tanto que o termo utilizado é tema central (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990).

Assim como no livro “Física”, de Delizoicov e Angotti (1990), adotaremos a ideia de tema central ao invés de tema gerador, que inclusive será produção e distribuição de energia elétrica, assemelhando-se ao proposto no livro que é “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica”. A preferência pelo tema central e não pelo gerador, é devido a ele se encaixar melhor nos objetivos deste trabalho, que pretende ser um exemplar bem prático de sequência didática, o que não seria possível se não tivéssemos um tema pré-definido. Porém assim como Delizoicov e Angotti (1990), sugerimos que o professor modifique ou acrescente especificidades da região, escola, sala de aula se considerar enriquecedor.

Ainda sobre o primeiro momento, vale ressaltar a importância da problematização potencializar a criação de novas perguntas e de sua contextualização, que é abordado em “Problemas e problematizações” que inclusive é do Delizoicov, um dos autores do livro “Física”, e mais aprofundadamente no “Problematização e Contextualização no ensino de Física” do Elio Carlos Ricardo, que além de diferenciar problematização e contextualização, justifica o porquê as questões devem ser contextualizadas e separa as contextualizações em três tipos, não completamente independentes, e sim interligadas.

Os dois artigos indicam a abordagem de HFC como forma de propiciar uma contextualização, embora ressaltem que não faz isso sozinha, já que as questões não têm, a princípio, o mesmo significado para alunos e cientistas. Neste trabalho a HFC será a abordagem mais utilizada, talvez a mais importante, pois servirá para mediar

harmonicamente e motivar as outras que são utilizadas de forma mais específica em uma ou em outra aula.

No segundo momento, intitulado: Organização do conhecimento, os autores Delizoicov e Angotti (1990), descrevem que:

Os conhecimentos de Física necessários para a compreensão do tema central e da problematização inicial serão sistematicamente estudados neste momento, sob a orientação do professor. Definições, conceitos, relações, leis, apresentadas no texto introdutório, serão agora aprofundados. O núcleo do conteúdo específico de cada tópico será preparado e desenvolvido, durante o número de aulas necessárias, em função dos objetivos definidos e do livro didático ou outro recurso que o professor tenha optado para seu curso. Serão ressaltados pontos importantes e sugeridas atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem (DELIZOICOV e ANGOTTI, p.29-30).

Para os autores supracitados, do ponto de vista metodológico, neste momento de organização do conhecimento cabem as atividades mais diversas, como por exemplo:

- Exposição, pelo professor, de definições, propriedades, unidades Sistema Internacional (SI), ordens de grandezas etc.;
- Formulação de questões, não necessariamente ao final do tópico, mas sempre em um número adequado e em grau crescente de dificuldade. É importante que, dentre os problemas escolhidos alguns exijam habilidades diferentes da simples aplicação, envolvendo também conceituação análise e, quando possível, síntese. As relações quantitativas são imprescindíveis e recomenda-se a utilização frequente das unidades do SI, sem descartar as mistas, como km/h, kw.h, ano-luz. A notação científica é mais adequada para que os alunos comecem a desenvolver o

reconhecimento dos valores muito grandes e muito pequenos, relativamente aos considerados “normais”;

- Texto previamente preparado e impresso em copiadora acessível, como o mimeógrafo a álcool, para o seu desenvolvimento em discussões coordenadas pelo professor; trabalho extraclasse, necessário e compatível com a disponibilidade dos alunos;

- Revisão e destaque dos aspectos fundamentais de cada tópico;

- Experiências realizadas pelos alunos (em classe ou fora dela), ou pelo professor (demonstração), que devem ser previamente preparadas e atender tanto às habilidades fundamentais do trabalho prático em ciências como à adequação ao conteúdo do tópico (ANGOTTI; DELIZOICOV, 1990, p.30).

Pensando no ensino de Física, cabe reforçar a importância do uso de unidades de medidas e escalas de grandezas, isso se justifica por esses conceitos se caracterizarem como o que Delizoicov e Angotti (1990), denominam conceitos unificadores, que são considerados de extrema importância pelos autores no livro em questão, pois servem, entre outras coisas, para vincular conteúdos físicos. O que é fundamental para um livro que aborda todo conteúdo normalmente abordado no ensino médio, como o livro dos autores e também para uma sequência grande de aulas como deve ser uma que pretenda utilizar toda a proposta deste trabalho.

Com relação ao terceiro momento, chamado de: Aplicação do conhecimento, os autores descrevem que:

Destina-se sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram os seus estudos, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. Deste modo pretende-se que, a dinâmica e evolutivamente, o aluno perceba que o conhecimento, além de ser uma construção historicamente determinada desde que aprendido, é

acessível a qualquer cidadão, que dele pode fazer uso. Com isso pretende-se evitar a excessiva dicotomização entre processo e produto, física de quadro negro e física da “vida”, “cientista e não cientista” ... Metodologicamente, o procedimento é o mesmo do segundo momento; da mesma maneira, são fornecidas atividades para desenvolver este terceiro momento. (ANGOTTI; DELIZOICOV, 1990, p.31)

Consideramos este o momento mais propício para realizar uma avaliação formativa, pois é quando o aluno vai colocar em prática o conhecimento adquirido para tentar explicar uma situação, porém não podemos cair na tentação de deixar a avaliação apenas para esse momento, pois segundo ABIB (2011), a avaliação deve acontecer de maneira contínua, avaliando não só os resultados, mas sim o processo como um todo.

Voltaremos a tratar sobre avaliação no momento em que formos analisar a sequência didática que será apresentada no capítulo “Reflexões sobre a proposta”. No próximo tópico trataremos do uso da HFC no ensino de Física e como ela pode se conciliar com os 3MP.

2.2 **História e filosofia da ciência**

Ao se fazer uma crítica ao ensino “bancário” em que os conhecimentos científicos atualmente aceitos são expostos pelo educador, sem argumentar a favor deles, precisa se pensar em uma saída para isso. O que é feito na perspectiva dos três momentos pedagógicos com o uso da problematização inicial, onde um tema que o aluno já tenha um conhecimento, mesmo que um “conhecimento vulgar” ou de senso comum, adquirido pelo seu convívio diário com a situação, é escolhido e colocado em pauta pelo professor. Esse momento de discussão serve, entre outras coisas, para o professor analisar as concepções alternativas do aluno e colocá-las em questão, mostrando que elas se apresentam inadequadas para explicar a situação e que para conseguir esse objetivo o aluno terá que adquirir novos conhecimentos.

Porém ao perceber as concepções alternativas externadas pelos alunos o professor deve:

- Conhecer-las e não fingir que não existem;
- Não ridicularizá-las ou tentar recalá-las mas tratá-las com respeito;
- Entender o seu papel, sua fundamentação, para o indivíduo;

- Compará-las com outras concepções - tanto atualmente aceitas como com outras alternativas;
- Analisar evidências a favor e contra cada uma delas; e
- Tentar auxiliar o educando a passar por uma mudança conceitual, da antiga para a científica, através de argumentos da mesma dos que são utilizados nas discussões científicas - mas não por argumentos de autoridade. (MARTINS, 2006)

Todas essas exigências se tornam mais fáceis de serem atingidas quando utilizamos a HFC de forma adequada, uma vez que o procedimento histórico de evolução das concepções científicas, é parecido com o que as concepções dos alunos precisam passar (MARTINS, 2006). Isso quando, não raramente, as concepções dos alunos, não são, elas mesmas, semelhantes às próprias concepções que já foram aceitas pela comunidade científica, ou defendidas por um grupo de cientistas de determinada vertente em outra época, antes que a outra vertente “triumfasse” (se mostrasse mais adequada). (MARTINS, 2006; RICARDO, 2011; MARTINS 1990)

Podemos perceber que assim chegamos em um conhecimento muito mais fundamentado, que se mostrará muito mais estruturado do que pela maneira tradicional, onde eles só eram apresentados e os alunos tinham que aceitar, pois quem havia falado era o professor, ou, quando era usada uma pseudo história da ciência, em consonância com o ensino tradicional, o cientista “pintado como gênio”. Esses argumentos, chamados de argumentos de autoridade, que ao contrário dos argumentos bem fundamentados como os da HFC, não contribuem para uma visão mais crítica (MARTINS, 2006; CARVALHO, 2011).

Como se não bastasse ajudar no verdadeiro entendimento dos conceitos físicos, dar uma visão mais crítica do mundo, ao acostumar o aluno a ouvir e elaborar argumentos bem embasados. A HFC ainda tem como um dos pontos mais fortes contribuir para uma visão adequada da Natureza da Ciência (NdC) (MARTINS, 2006; MARTINS, 2007; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011), possibilitando ao aluno alcançar um encultramento científico, desde que se tomem alguns cuidados (CARVALHO, 2011).

Assim como existem as concepções alternativas no ensino-aprendizagem de ciências em si, existem as visões deturpadas no ensino-aprendizagem sobre a ciência, elas são separadas em sete por Gil-Pérez et al (2001), embora ele alerte que elas não são independentes, pelo contrário, são intimamente ligadas. Mesmo a separação entre essas visões sendo um pouco delicada, existe um consenso maior do que a ciência não é, do que o que a ciência é de fato, isso faz sentido, pois é

uma atividade complexa, aberta e criativa e não algorítmica, que seria mais fácil de se caracterizar.

Um ensino de HFC pode fornecer uma visão mais adequada da NdC, desde que se tome cuidado para não reforçar, por ação ou omissão, ativa ou passivamente, nenhuma das sete visões inadequadas da ciência (PÉREZ et al., 2001). Que são, segundo Gil-Pérez et al., (2001):

1. Empírico-indutivista e atórica: Supervaloriza a importância e o poder dos experimentos, desprezando parcial ou completamente a função das conjecturas, como se eles pudessem sozinhos fornecer uma explicação para os fenômenos. Sem a necessidade e hipóteses prévias para a orientação do próprio experimento e a formulação de uma teoria parcial depois.

2. Rígida: Entende a ciência como uma atividade algorítmica, ou seja, como uma sequência de passos rígida, sem falhas e sem espaços para criatividade. Atribui à ciência o chamado “método científico”, como se fosse uma receita de bolo, onde se precisa seguir mecanicamente uma sequência de passos para chegar ao produto final.

3. Aproblemática e/ou ahistórica: Não discute, nem mesmo apresenta os problemas que deram origem ao conhecimento adquirido. Como se a ciência fosse construída sem um motivo para isto, motivo este, que depende diretamente do período histórico e da sociedade, em que o conhecimento se originou.

4. Analítica: Enxerga os conhecimentos separados, não como um todo. Como se estivessem em caixinhas e não pudessem ser misturados, não os relaciona.

5. Acumulativa: Ignora as crises e reformulações das teorias científicas, como se o crescimento fosse linear e acumulativo. Uma vez aceita a teoria não pudesse mais ser refutada, só restando assim o trabalho de elaborar outras e depois mais outras.

6. Individualista e elitista: Acredita que a ciência é feita por grandes gênios isolados do mundo. Apenas grandes gênios podem fazer ciência e eles não precisam de ajuda para isto. Comumente se dá uma importância exacerbada à insights destas pessoas, como se eles fossem por si só, a motivação (questão que se pretende solucionar) ou a solução para um problema, quando não os dois ao mesmo tempo.

7. Socialmente neutra: Vê a ciência e o cientista a margem da sociedade, como se não pertencessem a ela e por conta disto não tivessem profundas relações, entre ciência, tecnologia e sociedade.

Com o conhecimento destas visões de Gil-Pérez e colaboradores (2001), fica mais fácil perceber que elas são intimamente ligadas. Podemos elucidar isso com uma simples frase. Por exemplo, uma visão empírico-indutivista onde não são necessárias hipóteses, propicia uma

visão rígida, algorítmica e livre de erros, um processo livre de erros acarreta diretamente em produtos finais, exatos e igualmente sem erros, e teorias sem erros não possibilitam crises, o que implica em um crescimento linear e acumulativo.

Essa frase mostra claramente a interdependência entre as visões, só devemos tomar cuidado porque ela pode dar a falsa impressão de que uma das visões, no caso a empírico-indutivista, é a matriarca de todas as outras, o que não é verdade. Portanto, estando essas visões tão intimamente ligadas e não possuindo hierarquia entre si, quando buscamos corrigir uma, podemos contribuir com a correção de outra(s).

Outro ponto destacado anteriormente que vale frisar, é que justamente pela ciência não ser um processo rígido e mecânico, como o da segunda visão, é difícil (embora não impossível) caracterizar a ciência, tornando maior o consenso entre os pesquisadores a respeito do que a ciência não é, do que, o que ela é. Por isso, e por acreditar, assim como Gil-Pérez et al (2001)

(...) que esta aproximação poderia dar mais resultado – pelo menos inicialmente – para se estabelecer, coletivamente, as características essenciais da atividade científica. (PÉREZ et al., 2001)

Falta agora entender o porquê a HFC não é tão utilizada como deveria, já que possui tantos pontos positivos, tanto no ensino de ciências como no ensino sobre ciências. O motivo é que não é fácil utilizar a HFC, existem muitos desafios, que são apontados pela literatura especializada e serão abordados aqui. Para se enquadrar melhor a este trabalho, re-organizamos os desafios em três e subdividimos o último, que é de especial interesse.

Um deles é a falta de professores qualificados para o ensino da própria HFC, até mesmo nos cursos superiores, que leva a falta também para o ensino básico; outro é a falta e o difícil acesso a materiais, livros, textos, artigos, sobre HFC adequados para o ensino; por último, a adaptação da HFC para sua utilização no ensino, que assim como o saber sábio precisa de uma reformulação, de um processo de transposição didática (CHEVALLARD, 1991), para se transformar no saber escolar, a HC precisa ser adaptada para ser usada em sala de aula e isso não é nada trivial. (MARTIS, 2006; FORATO; PIETROCOLA; MARTIS, 2011)

Embora o primeiro desafio fuja do raio de ação deste trabalho, procuraremos contribuir com o seu enfrentamento a partir da seleção e oferta de materiais que possam contribuir com a formação docente para a inclusão da HFC no ensino de Física.

O segundo, a escassez de materiais historiográficos acessíveis de qualidade é uma das dificuldades mais destacadas (MARTINS, 2006; MARTINS 2007; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011), até existem bastantes livros sobre HC, mas segundo Martins (2006) o problema não está na quantidade e sim na qualidade dos textos. Parte desse problema poderia ser eliminado com a tradução de livros para o português, porém a escolha dos livros que são traduzidos é feita em função do lucro e não da qualidade dos livros (MARTINS, 2006). Ainda que fossem escolhidos pela qualidade, ou que o professor decidisse traduzir algum texto de forma independente, isso não seria o bastante, pois o texto teria que sofrer adaptações para ser usado no ensino, não só para torná-lo inteligível para os alunos como interessante para os mesmos (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011). Além do fato, que tanto a tradução quanto a transposição para o ensino médio, demandam um tempo que muitas vezes os professores não têm.

Isso nos liga ao terceiro desafio que será destrinchado pois serão as dificuldades encaradas na construção desta proposta didática e na sua utilização no momento da prática.

A primeira dificuldade, a ser enfrentada no desafio de transformar a HFC em uma estratégia de ensino, é a escolha do tema histórico. Depois que estiverem claros os objetivos pedagógicos e epistemológicos que se deseja alcançar, é preciso encontrar um conteúdo histórico que propicie atingir estes objetivos e não seja nem conceitualmente nem historicamente muito difícil de ser tratado no ensino médio (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011).

Ligado a dificuldade anterior temos a dificuldade do tempo, é necessário fazer uma estimativa razoável do tempo que será gasto com esse episódio histórico para se chegar nos objetivos pretendidos. Deve-se ficar alerta pois há diferença no tempo que se gasta para tratar um determinado assunto da maneira tradicional e usando HFC (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011). Aqui o professor precisa fazer um balanceamento entre a quantidade e a qualidade. Talvez use mais tempo da sua aula com uma abordagem assim, mas isso pode trazer ganhos em termos de qualidade no processo de ensino-aprendizagem, como maior interação entre alunos e entre estes e o conteúdo tratado.

Ainda relacionado ao tempo temos a etapa de simplificação e omissão, ainda que tivéssemos todo tempo do mundo teríamos que escolher o que enfatizar e o que omitir, mas essa escolha se torna ainda mais complexa com a questão do tempo, pois o que for apresentado precisa cumprir com os objetivos que foram propostos e o que foi omitido não pode causar danos à imagem da ciência, ou ao menos esses danos devem ser os menores possíveis, pois uma vez que não podemos

desvincular esse processo de visões pessoais (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011).

Explicados alguns benefícios e dificuldades do uso da HFC mais pertinentes ao nosso trabalho. Vamos agora fazer o mesmo para as outras duas estratégias utilizadas na sequência didática, experimentação e CTS. A começar com experimentação que será abordada no próximo tópico, procurando pontos onde essas estratégias podem se potencializar.

2.3 Experimentação

O uso de experimentos em sala de aula não é nenhuma novidade, vem sendo utilizado a um bom tempo (CARVALHO, 2011; PEREIRA; MOREIRA, 2017). O problema é que assim como as abordagens com HFC, ele pode ser utilizado de forma simplista, em sintonia com um ensino tradicional “bancário”. Tendo inclusive o mesmo papel parecido com o que tem a HFC nessa perspectiva, exercer a função de argumento de autoridade (MARTINS, 2006; CARVALHO, 2011).

Isso ocorre quando a prática experimental é muito fechada, possuindo um roteiro a ser seguido, onde o estudante só precisa executá-lo, para chegar no resultado previsto pela teoria ensinada em sala, com o objetivo de “comprová-la” (CARVALHO, 2011). Como se dissesse: “Viu, a teoria previu o que iria acontecer, portanto está correta”. Embora esse argumento pareça um pouco melhor do que o da HFC, quando também utilizada de maneira rudimentar, que diz: “Devemos acreditar na teoria, pois ela foi proposta pelo grande gênio Fulano”. Ainda sim, isso agrega pouquíssimo ou nada ao aprendizado (CARVALHO, 2011).

Ainda que possa parecer que, ao contrário da HFC, mesmo quando usada de maneira equivocada, a experimentação tenha alguns benefícios, como credibilizar a fala do professor, ou mostrar o fenômeno físico, o que, de acordo com Carvalho (2011), é melhor do que falar sobre. Esses lucros ainda ficam bem aquém dos desserviços prestados ao entendimento da Natureza da Ciência (NdC). Já que, normalmente esse uso atribui um poder exacerbado a experimentação, podendo fortalecer uma visão empírico-indutivista da ciência (CARVALHO, 2011). Parecido com o que faz a HFC, que atribui um poder exacerbado ao cientista, fortalecendo uma visão individualista e elitista, como defendido por Martins (2006). Vale lembrar mais uma vez que essas visões são intrinsecamente ligadas e que cada utilização errônea, da HFC ou da experimentação, não decorre diretamente nessas ou apenas nessas visões deturpadas.

Todavia, não estamos aqui para discutir qual das abordagens usadas de um modo equivocado causa menos desastres para o ensino, e sim para ver as potencialidades quando usadas adequadamente e tentar perceber as dificuldades de usá-las assim.

Para usufruir dessas potencialidades vimos que não podemos realizar uma prática experimental extremamente fechada, onde se fornece aos alunos; o problema; as hipóteses que solucionam o problema; o procedimento experimental ou plano de trabalho para obtenção dos dados; e até as conclusões; deixando a cargo dos alunos apenas, o trabalho “braçal” de obtenção mecânica de dados. Soluções para isso começaram a aparecer a mais de cinquenta anos (CARVALHO, 2011; PEREIRA; MOREIRA, 2017), propondo níveis maiores de abertura, onde cada nível atribui uma responsabilidade a mais para os alunos, até que no último grau de liberdade ou abertura, o próprio problema seja proposto pelos alunos. Como em uma feira de ciências, em que comumente um grupo de alunos escolhem algo para apresentar (CARVALHO, 2011).

De fato, parece haver um consenso entre os pesquisadores em ensino de física, sobre a necessidade da realização de atividades mais abertas, onde o aluno fica responsável pela elaboração de hipóteses, argumentações e conclusões, pois é aí que vão ocorrer os ganhos tanto no âmbito da física quanto no da epistemologia. Contudo, em uma tentativa de fuga ao primeiro extremo, onde a atividade é totalmente fechada, pode haver uma tendência ao outro extremo, que também devemos tomar cuidado, pois Carvalho (2011) faz um alerta, as atividades experimentais mais abertas, olham o aluno como um jovem cientista, mas são poucos os que conseguem se enquadrar nessa visão e por consequência ter uma experiência enriquecedora. Sendo assim essa prática desfavorece a mais importante mudança que vem sendo realizada, ou ao menos propósta, no ensino de Física no século XXI, segundo Carvalho (2011, p.57) “(...) que o ensino de Física deve ser para todos, e não mais só para os que tenham aptidão para essa disciplina”.

Essa mudança tem uma estreita ligação com as aulas de licenciatura, que como foi dito na introdução, tinham como um dos intuítos, dar sentido a física ensinada no ensino médio para quem não vai se tornar físico.

Neste aspecto é que a experimentação e a HFC convergem, se robustecendo para uma alfabetização ou encultramento científico. O que parece interessante, para a formação de todo cidadão, do ponto de vista de diversos autores (SASSERON, 2015; RICARDO, 2011), mas esse ponto de vista não será tratado aqui, por se tratar de uma discussão

axiológica (MARTIS, 1990). Vamos tratar de como atingir esse objetivo e as dificuldades que vamos encontrar.

Uma das visões deformadas que as atividades prático-experimentais utilizadas de forma equivocada têm o maior risco de reforçar é (não por coincidência) a mesma que ela tem o maior potencial para corrigir, se utilizada corretamente, a empírico-indutivista (primeira visão).

Normalmente se dedica um tempo maior a coleta de dados do que a formulação de hipóteses e a elaboração de conclusões. Está aí o problema (PEREIRA; MOREIRA, 2017), se as hipóteses, argumentações e conclusões, forem elaboradas pelos alunos ou ao menos com os alunos, e for dada maior importância a esses momentos, mesmo que inconscientemente, o aluno deve ir superando aos poucos esta visão (CARVALHO, 2011). A tentativa é aproximar o trabalho feito na escola com a atividade científica, no intuito de ambientar o aluno em uma cultura mais próxima da científica, não que se tenha a pretensão de igualar a cultura escolar da científica, mas criar o que SASSERON (2015) chama de cultura científica escolar.

Se existem vantagens de se usar atividades prático-experimentais tanto no ensino de ciência, quanto no ensino sobre ciência (desde que usadas com um certo nível de abertura/liberdade intelectual), pode-se perguntar então, qual o motivo de não ser amplamente utilizado.

Bem, assim como no uso da HFC existem dificuldades no uso das atividades prático-experimentais, mas também podem ser contornadas. Algumas delas destacadas por Carvalho (2011) são o material experimental e o tempo.

O tempo é uma dificuldade recorrente, que está sempre presente na elaboração das propostas didáticas visto a carga horária baixa da disciplina de física no ensino médio. Por isso, é de suma importância a escolha criteriosa de quando realizar um laboratório investigativo, que é quando o aluno realiza o experimento, e quando realizar uma demonstração investigativa, que é quando o professor realiza o experimento (CARVALHO, 2011). As duas atividades demandam um tempo considerável, mas a segunda é naturalmente menos demorada.

No caso do material experimental, há também uma outra escolha a ser feita, o nível de complexidade dos materiais, enquanto os mais simples, de baixo custo, já usados pelos alunos, auxiliam no entendimento do fenômeno, os mais sofisticados agregam um aprendizado sobre os mesmos, mas isso leva a um tempo maior a ser despendido, pois os alunos precisam primeiro entender seu funcionamento, para depois partirem ao entendimento do fenômeno. Muitas vezes materiais sofisticados demais, são também caros, o que

favorece uma demonstração. Assim como quando oferecem algum risco a integridade física do aluno (CARVALHO, 2011).

No caso, os dois pontos favorecem o uso de uma demonstração para sequência didática deste trabalho, pois o material utilizado pode ser considerado caro dependendo da quantidade que for necessária (devido ao número de alunos) ou do nível socioeconômico do local onde for aplicada a sequência, além de disponibilizarmos de pouco tempo de acordo com a proposta que pretende abordar tudo que queremos em apenas oito aulas. Além disso a demonstração, segundo Carvalho (2011, p.74) “(...) quando bem conduzidas e engajando mentalmente os alunos, sempre podem ser eficientes e utilizam menos tempo”.

Visto como o uso da experimentação corrobora para os objetivos da proposta didática, que serão explicitados no próximo capítulo, e quais dificuldades prevemos enfrentar. Vamos agora ver como o enfoque CTS pode contribuir para esses objetivos, finalizando assim o embasamento teórico.

2.4 **Ciência, tecnologia e sociedade**

Agora vamos tentar encontrar a melhor maneira de utilizar o enfoque CTS para conciliá-la com as outras estratégias tratadas nos tópicos anteriores, em busca do nosso objetivo de colaborar para um encultramento científico do aluno, com o qual ele seja capaz de compreender conceitos científicos e também aspectos da NdC, bem como aplicá-los em seu cotidiano.

Sasseron (2015) ao tratar das bases para a alfabetização científica, fala em três eixos estruturantes, em que o primeiro é a compreensão básica de termos e conceitos científicos, o segundo é a compreensão da natureza da ciência e dos fatores que influenciam sua prática e o terceiro é o entendimento das relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente.

Essa diferenciação, entre o segundo e o terceiro eixos estruturantes, evidencia o tamanho da importância de um enfoque CTS. Pois, sabemos que um bom entendimento da NdC inclui, ao menos, saber da existência das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Sasseron (2015), ao separar os entendimentos, da NdC, e das relações CTS, passa a ideia de que não basta reconhecer a existência dessas relações, é preciso compreendê-las.

Proporcionar apenas o reconhecimento da existência dessas relações pode parecer uma tarefa um tanto quanto simples, mas certamente não é. Visto que uma das sete visões deformadas do trabalho científico, já citadas no tópico história e filosofia da ciência, detectada

no íntimo até de professores de ciências (GIL-PÉREZ et al., 2001), a socialmente neutra (sétima visão), decorre justamente da insciência de ao menos uma dessas relações CTS.

Com isso fica claro que a imagem deformada que o enfoque CTS tem a maior relação e por isso maior capacidade de remodelar, é, como era de se imaginar, a sétima, de que a ciência é socialmente neutra. Porém, não é a única. O enfoque CTS tem grande potencial em combater as demais visões deformadas e buscaremos identificar meios de utilizá-lo neste sentido.

Para isso vamos refletir um pouco sobre os parâmetros e propostas do ensino CTS tratados por Strieder e Kawamura (2017), pois para esses autores:

A identificação e caracterização desses parâmetros e propósitos possibilitam reconhecer diferentes abordagens a serem contempladas no âmbito da educação CTS;

O que, ainda segundo esses autores, contribui para a seleção de elementos a serem priorizados em práticas escolares.

Para isso, precisamos ter uma ideia do que são esses parâmetros e propósitos da educação CTS. Na visão de Strieder e Kawamura (2017), os parâmetros representam “à maneira como as relações CTS são abordadas” (2017, p.32) e os propósitos “às diferentes perspectivas educacionais envolvidas” (2017, p.32). As duas dimensões são divididas inicialmente em 3, os parâmetros em: Racionalidade Científica, Desenvolvimento Tecnológico e Participação Social; e os propósitos em: Desenvolvimento de Percepção, Desenvolvimento de Questionamentos e Desenvolvimento de Compromissos Sociais. Para cada um dos 3 parâmetros são associados 5 itens, que são mais diretamente relacionadas a um dos propósitos, com isso é feito um quadro para ilustrar melhor essas relações (figura 1).

Figura 1: Relação entre parâmetros e propósitos da educação CTS

PROPÓSITOS EDUCACIONAIS ↓	PARÂMETROS CTS ↓		
	Racionalidade Científica	Desenvolvimento Tecnológico	Participação Social
Desenvolvimento de Percepções	(1R) Presença na Sociedade	(1D) Questões Técnicas	(1P) Informações
Desenvolvimento de Questionamentos	(2R) Benefícios e Malefícios	(2D) Organização e Relações	(2P) Decisões Individuais
	(3R) Condução das Investigações	(3D) Especificidades e Transformações	(3P) Decisões Coletivas
Desenvolvimento de Compromissos Sociais	(4R) Investigações e seus Produtos	(4D) Propósitos das produções	(4P) Mecanismos de Pressão
	(5R) Insuficiências	(5D) Adequações Sociais	(5P) Esferas Políticas

Fonte: (STRIEDER; KAWAMRA, 2017)

Faremos agora um resumo desses itens, alguns seguidos de comentários pertinentes ao seu uso neste trabalho, tentando permitir o entendimento da essência de cada um, mesmo sendo descritas aqui de maneira mais sucinta que no artigo em questão.

Associado ao primeiro parâmetro, racionalidade científica, temos as abordagens relacionadas a:

Explicitar a presença da ciência no mundo (1R), que tem a ideia de apresentar a ciência na sociedade como a melhor forma de se entender o mundo, inclusive situações do dia-a-dia. Mas não tem intuito de elaborar críticas a ciência. Especialmente por isso, deve-se tomar cuidado para não supervalorizá-la e tratá-la como um método infalível (STRIEDER; KAWAMRA, 2017).

Temos também a “(2R) discutir malefícios e benefícios dos produtos da ciência”, que passa a ter a função de tecer críticas, mas ainda não diretamente a ciência ou a racionalidade científica, sim à seus produtos (STRIEDER; KAWAMRA, 2017).

“Na abordagem (3R) analisar a condução das investigações científicas”, sim, o alvo dos questionamentos passa a ser a racionalidade científica em si. Procura-se fazer críticas a visão de que a ciência é totalmente racional e neutra, mostrando que é um empreendimento humano e como tal é influenciável pelo meio social. (STRIEDER; KAWAMRA, 2017). Podemos notar aqui claramente uma tentativa de

correção as visões deformadas 2 e 7 (rígida e socialmente neutra, respectivamente).

“Na abordagem (4R) questionar as relações entre as investigações científicas e seus produtos”, a discussão se aprofunda um pouco mais, pois se escolhe uma das relações entre ciência e sociedade para se tratar mais a fundo. Fazendo uma crítica às investigações científicas serem totalmente norteadas pelas necessidades das classes dominantes, portanto, a ciência e seus produtos, só proporcionam desenvolvimento social a estas. (STRIEDERA; KAWAMRA, 2017)

Ao optar por essa abordagem, ou por qualquer outra que se aprofunde em determinado aspecto, devemos tomar cuidado para que uma visão mais ampla não seja alterada. Por exemplo, ao focar tanto nessa influência das classes sociais dominantes, não permitir que se tenha a impressão de que esta é a única relação de influência entre sociedade e ciência.

“Na abordagem (5R) abordar as insuficiências da ciência”, pretende-se mostrar que a racionalidade científica é limitada e não dá conta de representar toda complexidade do mundo real, por isso não podemos resolver todos os problemas apenas com seu uso, ainda mais problemas de viés axiológicos. Como os políticos e sociais do uso de tecnologias acabam sendo. (STRIEDERA; KAWAMRA, 2017)

Relacionados ao segundo parâmetro, desenvolvimento tecnológico, temos:

“(1D) abordar questões técnicas”, nesta perspectiva não se procura fazer questionamentos ou críticas ao desenvolvimento tecnológico, assim como na primeira perspectiva (1R), do parâmetro anterior, não se faz críticas à racionalidade científica. O intuito nas abordagens associadas a essas duas perspectivas, é ensinar a fazer uso da racionalidade científica e do desenvolvimento tecnológico, mas sem fazer reflexões sobre esse uso. (STRIEDERA; KAWAMRA, 2017)

Na abordagem (2D) analisar organizações e relações entre aparato e sociedade”, procura-se reconhecer as implicações sociais e ambientais da tecnologia e dos aparatos tecnológicos, porém não do seu processo de obtenção. Deve-se tomar cuidado para não salientar apenas a aspectos positivos, pois pode levar a uma imagem progressista, parecida com a visão deturpada número 5, de crescimento linear, diferenciando-se apenas mais ligada ao desenvolvimento tecnológico e social do que ao conhecimento em si.

“Na abordagem (3D) discutir especificidades e transformações acarretadas pelo desenvolvimento tecnológico”, passa-se a discutir o processo e não apenas o produto, mas ainda não de maneira muito aprofundada.

Um exemplo de uso dessa abordagem no âmbito educacional é dado e será usado na proposta didática do próximo capítulo por se encaixar muito bem com o tema central escolhido que é, produção, distribuição e consumo de energia elétrica. Por isso será destacado aqui e aprofundado no capítulo: “Reflexões Sobre a Proposta”. Veja a seguir:

Na esfera educacional, um exemplo seria analisar o processo de construção e funcionamento de uma usina, com ênfase nas mudanças acarretadas na região devido à sua implantação; também, a análise dos diferentes modelos de usina, antigos e atuais, suas semelhanças, diferenças e implicações. (STRIEDER; KAWAMRA, 2017, p.38)

Na perspectiva (4D) questionar os propósitos que tem guiado a produção de novas tecnologias, se faz a mesma crítica que se faz na (4R), aos rumos serem decididos por classes políticas e econômicas mais influentes. A diferença está no alvo das críticas, que na perspectiva (4D) passa a ser o desenvolvimento tecnológico e não mais o científico como era na (4R).

A perspectiva (5D) discutir a necessidade de adequações sociais, tem o intuito de refletir sobre as influências sofridas pelo desenvolvimento tecnológico devido às especificidades socioeconômico-culturais do local em que ocorrem, e a consequente dificuldade desse desenvolvimento ser eficaz em outro local, sem sofrer adaptações, já que o contexto não é o mesmo.

Relacionado ao último parâmetro, participação social, temos:

A perspectiva (1P) aquisição de informações e reconhecimento do tema e suas relações com a ciência e a tecnologia, que tem o intuito de inteirar a sociedade dos acontecimentos recentes relacionados a ciência e tecnologia, no entanto sem fazer reflexões sobre as consequências sociais desses acontecimentos, sejam, evoluções ou dificuldades (STRIEDER; KAWAMRA, 2017).

Em (2P) Avaliação de pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas, que visam permitir um ponto de vista mais embasado para posicionamentos pessoais sobre o uso dos produtos da ciência e tecnologia (STRIEDER; KAWAMRA, 2017).

Na perspectiva (3P) discussão de problemas, impactos e transformações sociais da ciência e tecnologia, envolvendo decisões coletivas, de forma parecida com a anterior se faz questionamento as implicações do uso dos produtos da ciência e tecnologia, mas aqui a

discussão fica mais complexa por discutir decisões coletivas, e não individuais, como no caso anterior.

A perspectiva (4P) identificação de contradições e estabelecimento de mecanismos de pressão, inclui meios da sociedade interferir na inclusão e no uso dos produtos da ciência e tecnologia (STRIEDER; KAWAMRA, 2017).

Por fim, a abordagem (5P) compreensão das políticas públicas e participação no âmbito das esferas políticas, entra em uma discussão mais aprofundada sobre todo o processo para fazer-se essas escolhas (STRIEDER; KAWAMRA, 2017).

Assim temos uma ideia geral sobre as abordagens e perspectivas associadas aos parâmetros que os ligam aos propósitos. As abordagens ou perspectivas que são identificadas com o número 1, podemos ver pela figura 1 que se ligam mais diretamente ao propósito de desenvolvimento de percepções, as que possuem os números 2, 3 e 4 independentes do parâmetro, se relacionam com o propósito de desenvolvimento de questionamentos e as identificadas com o número 5, com o propósito de desenvolvimento de compromissos sociais.

Não podemos achar que é sempre melhor utilizar abordagens relacionadas ao desenvolvimento de compromissos sociais, por serem mais aprofundadas. É uma decisão mais difícil que isso, o dilema extensão versus profundidade que está sempre presente nas escolhas pedagógicas, independente da estratégia didática, e que é citado por autores lidos, como (DELOZOICOV; ANGOTTI, 1990) e (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011). Para se fazer essa escolha devemos ter em mente o objetivo que se deseja atingir e assim escolher a abordagem que mais se mostra eficaz para alcançá-lo. É o que tentaremos fazer no próximo capítulo, nas aulas em que utilizarmos o enfoque CTS. E posteriormente no capítulo: “Reflexões sobre a proposta”, discutiremos o motivo de termos escolhido uma determinada abordagem para aquela aula, tentando caracterizá-la como umas dessas 15 abordagens e perspectivas, mesmo que possa ter características de mais de uma delas.

3 A PROPOSTA

3.1 A sequência didática

O planejamento da sequência didática a seguir, voltado para o ensino do conteúdo eletromagnetismo no ensino médio, foi elaborado com uma metodologia baseada nos três momentos pedagógicos e com um misto de abordagens e estratégias didáticas entre elas HFC, atividade experimental e enfoque CTS interagindo de forma harmônica, com o objetivo geral de propiciar ao aluno uma enculturação científica, que inclui um entendimento do conteúdo científico, que no caso é o eletromagnetismo, da sua relação com o cotidiano e uma melhoria na sua visão sobre a natureza da ciência. Sendo os objetivos específicos, os seguintes:

- Aperfeiçoar a visão dos alunos sobre a natureza da ciência, tornando-a mais adequada.
- Fomentar a criticidade e criatividade dos alunos, estimulando a se questionarem sobre as informações que lhes são transmitidas.
- Construir uma melhor dimensão da importância da física no seu cotidiano e na sociedade onde vive.
- Favorecer que um número maior de alunos se interessarem pela ciência.
- Reconhecer a fenomenologia essencial por trás da produção e do transporte da energia elétrica.
- Promover um melhor entendimento da relação entre as grandezas do eletromagnetismo, como campo magnético, campo elétrico, carga elétrica, força magnética.
- Conscientizar sobre as consequências socioambientais da produção de energia elétrica.

A proposta a seguir foi descrita separada em quatro partes, que chamaremos de ciclos pedagógicos ou apenas ciclos. Esses ciclos são compostos pelos três momentos pedagógicos, que se iniciam no primeiro momento e terminam no terceiro momento, essa separação foi feita para uma melhor organização e uma leitura mais fluida, também não caberia fazer uma separação por aulas, pois não se pretende estimar o tempo que cada momento e cada ciclo deve durar, já que isso pode variar muito de acordo com os objetivos de cada educador e de acordo com a turma para qual a proposta será aplicada, portanto uma separação em ciclos pedagógicos sem estimar o tempo de cada um é mais condizente com esta proposta didática, deixando assim a proposta mais flexível para que o educador faça qualquer alteração.

3.1.1 Primeiro Ciclo: Experimento de Oersted

Objetivos:

- Mostrar a importância de uma hipótese para a realização de um experimento, combatendo assim a visão de empírico-indutivista.
- Mostrar que descobertas científicas não são exclusividade de gênios, mas demandam estudo e perspicácia.
- Identificar de onde surgiram as primeiras hipóteses da existência de uma relação entre eletricidade e magnetismo, contribuindo contra uma visão apromblemática/ahistórica da ciência.
- Relacionar a direção e sentido da corrente elétrica e do campo magnético por ela induzido.

Primeiro Momento: Leve uma bússola para sala e faça questionamentos sobre ela para os alunos, com o objetivo de problematizar seu funcionamento. Todos questionamentos possíveis podem ser feitos, desde mais simples como: “O que é isso?”. “Para que serve?”. “Para onde aponta?”. Que certamente os alunos saberão responder (se não todos, ao menos uma parte deles) e servem para diminuir uma possível disparidade entre o nível de conhecimento dos alunos. Até chegar a pergunta principal: “Porque ela aponta para o norte?”. Nesse momento os alunos provavelmente não saberão dar uma resposta completa. Possivelmente eles saberão responder que é por causa do magnetismo, a partir daí fica a cargo do professor elaborar mais perguntas com base nas respostas deles, como é indicado se fazer na problematização, gerar mais questionamentos do que respostas.

Apesar de ser necessário basear as próximas perguntas nas respostas dos alunos, que não tem como serem previstas, a seguir foi feita uma lista de perguntas que poderão ser pertinentes, mas devem ser bem escolhidas e se necessário modificadas, conforme o encaminhamento da aula. “O que é magnetismo?”. “O que produz o Magnetismo?”. “Outros objetos deixados na superfície da Terra, livres para rodar, também apontam para o norte?”. “Porque para o norte?”. “Como o magnetismo da Terra interage com o do objeto?”.

Deixe os alunos dialogarem um pouco sobre o assunto se considerar que estão tendo uma conversa proveitosa, depois inicie o segundo momento, a organização do conhecimento.

Segundo Momento: Entregue o texto “Oersted e a descoberta do eletromagnetismo, de (MARTINS, 1986) que pode ser encontrado no link

(<https://www.cle.unicamp.br/eprints/index.php/cadernos/article/view/12>

26), e peça a leitura do capítulo “Precedentes da descoberta”, ou outro de sua preferência, que traga as primeiras suspeitas da relação entre eletricidade e magnetismo. Destaque os pontos que considerar mais importantes, para que os alunos percebam a existência dessas suspeitas antes do experimento de Oersted. Vale considerar ressaltar os seguintes pontos: o fato de bússolas desnorream quando havia tempestades com raios; descargas elétricas magnetizarem agulhas; e a analogia que era feita entre pólos magnéticos e cargas elétricas, pois já era sabido que tanto pólos como cargas iguais se repelem, assim como, polos ou cargas diferentes se atraem e também que essas forças de atração e repulsão eram inversamente proporcionais às distâncias nos dois casos (entre polos ou entre cargas).

Percebida a existência dessa suspeita, conte que uma invenção de 1799, a pilha de Volta, possibilitou a elaboração de um experimento engenhoso elaborado para fortalecer ou enfraquecer essa suspeita. Experimento que será realizado de forma similar em sala.

Antes de realizar o experimento, os alunos precisam saber que o que se imaginava obter com ele era uma deflexão na agulha da bússola na presença de um fio percorrido por uma corrente elétrica contínua, isso se a suspeita estivesse correta. Os cientistas da época tinham duas hipóteses, sobre o que aconteceria com o fio quando fosse percorrido por uma corrente elétrica (MARTINS, 1986):

(a) O fio se tornaria um dipolo magnético, como uma agulha de bússola.

(b) O fio se tornaria um monopolo magnético.

Sabendo disso os estudantes podem participar mais ativamente da demonstração, como vimos que é o ideal. Aqui as hipóteses são fornecidas, para manter as mesmas hipóteses históricas, mas as conclusões devem ser deixadas por conta dos alunos, para que a demonstração não seja totalmente fechada, que vimos não ser uma opção frutífera. O que o educador pode optar por deixar a cargo do estudante ou não, dependendo de como estiver sendo a interação com eles, é uma parte do procedimento, a proposta de diferentes posições para colocar a bússola em relação ao fio. Então faça questionamentos sobre o que deveria acontecer com a agulha da bússola em cada uma das várias posições sugeridas, considerando uma das hipóteses como correta depois a outra. Os estudantes deverão concluir que nenhuma das duas estava correta, pois as rotações da agulha não coincidem com as previstas em nenhum dos dois casos, porém a primeira suspeita, de que existe uma íntima relação entre eletricidade e magnetismo, foi fortemente corroborada, pois em determinadas posições há uma clara deflexão da agulha.

Quando os estudantes chegarem a estas conclusões introduza o conceito de linhas de campo magnético, explicando que esse é o motivo da agulha se mover, porque ela tende a se alinhar as linhas de campo. Então pode-se utilizar as posições em que ocorre a maior deflexão da agulha da bússola para mostrar o sentido das linhas de campo. Se os alunos já tiverem visto campo elétrico, pode ser feita uma analogia entre as linhas de campo, neste caso, apenas tome cuidado de tratar também os limites de validade desta analogia, o que pode servir para tratar da inexistência da verificação experimental de um monopolo magnético, que é uma das diferenças entre os dois casos. Explique que foi convencionalizado que as linhas de campo saem do pólo norte e entram no sul e para o caso do campo induzido explique a regra da mão direita, relacionando os dois casos. Ao falar da convenção do sentido das linhas de campo surge a oportunidade de falar que os pólos magnéticos da Terra não coincidem.

É impossível falar sobre tudo, mas com isso deve ser possível organizar o conhecimento em torno das questões problematizadas e assim partir para o próximo momento, mas o professor deve ter autonomia para acrescentar outros pontos que considerar pertinentes, que estejam relacionados com as questões elencadas, agora ao final do momento ou durante ele.

Terceiro Momento: Uma ideia para os estudantes aplicarem o conhecimento adquirido é propor que eles desenhem as linhas de campo em ímãs e eletroímãs de diferentes formatos e também na Terra. Ímãs em formato de barra, em formato de ferradura, eletroímãs de condutores lineares, espiral, solenóide, com a corrente em um sentido, com a corrente em outro.

3.1.2 Segundo Ciclo: Gerador elétrico

Objetivos:

- Mostrar a importância de uma hipótese para a realização de um experimento, combatendo assim a visão de empírico-indutivista.
- Mostrar que descobertas científicas não são exclusividade de gênios, só é necessário estudo e perspicácia.
- Relacionar a direção e sentido da variação do fluxo de campo magnético e da corrente elétrica por ele induzido.

Primeiro Momento: Nesse momento deve haver a problematização do funcionamento de um gerador elétrico, que pode ser feito através de uma simulação.

Se a escola possuir um laboratório de informática em que os alunos possam ficar sozinhos ou em dupla em cada computador, deve se considerar a possibilidade de deixá-los mexer livremente, por um tempo, em uma das seguintes simulações: (https://phet.colorado.edu/sims/html/faradays-law/latest/faradays-law_pt_BR.html) ou (https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/faraday) ou outra similar e pedir para que anotem o que acharem pertinente. Se a escola não possuir um laboratório de informática, mas possuir um projetor realize a simulação em forma de demonstração, mas deixando os alunos sugerirem o que deve ser feito, com o simples objetivo de se familiarizar com a simulação, já que as simulações possuem muitos recursos. As possibilidades variam de acordo com a simulação escolhida, mas algumas delas são: aproximar ou afastar o ímã das espiras, aumentar e diminuir a área das espiras, aumentar e diminuir a quantidades de espiras, inserir um galvanômetro, exibir o desenho das linhas de campo, entre outros. Neste momento a maioria das considerações feitas no tópico experimentação, valem aqui também. Se a escola também não possuir projetor, uma problematização parecida pode ser feita usando um gerador elétrico real, que acenda um led e que pode ser construído pelo próprio professor seguindo o procedimento em anexo.

A questão principal deve ser o motivo da luz acender: O que faz a lâmpada acender? Novamente a partir desse momento fica muito difícil prever o que será respondido pelos alunos. No caso ideal, em que cada um deles ou cada dupla tem um computador disponível, é provável que as respostas sejam mais próximas das corretas, pois eles poderão fazer o teste na hora, mas na demonstração o educador pode novamente pedir para que os alunos sugiram o que deve ser feito, só que desta vez com o objetivo de responder ao que vai sendo perguntado.

Apesar da dificuldade de se elaborar mais perguntas, antes de conhecer a respostas dos alunos, algumas perguntas que podem se fazer pertinentes são as seguintes: “o que faz a lâmpada acender?”; “qual a relação entre o campo magnético e o funcionamento da lâmpada? Se é o campo magnético que gera a corrente elétrica, porque quando o ímã está parado a luz não acende?”; “o que muda ao aumentarmos o tamanho das espiras?”; “o que muda ao alterarmos o número de espiras?”. O professor pode utilizar essa ou outras elaboradas por ele, com o objetivo de confrontar as respostas dos alunos a primeira pergunta. Após a discussão, passe para o próximo momento.

Segundo Momento: Relembre a parte histórica da primeira aula, como o descobrimento de Oersted juntamente com outras observações de Joseph Louis Gay-Lussac, Dominique François, Jean Arago, Felix

Savart Jean-Baptiste Biot, estabeleceu a existência de uma nova área de estudos, o eletromagnetismo (PEDUZZI, 2015).

Conte que com isso muitas questões surgiram e que duas especialmente importantes foram:

a) Se um corpo eletrizado pode induzir cargas elétricas em outro, colocado em suas proximidades, não poderia um fio, transportando corrente, induzir uma corrente em um outro fio próximo a ele? b) Se uma corrente elétrica produz efeitos magnéticos (forças magnéticas) não deveria um ímã, analogamente, originar efeitos elétricos, isto é, produzir, por exemplo, uma corrente em um fio condutor? (PEDUZZI, 2015, p. 135).

Quem é conhecido por elaborá-las e respondê-las foi Michael Faraday. Explique que a princípio a resposta para as hipóteses pareciam negativas. Pois como foi visto no primeiro momento, um simples campo magnético não gera uma corrente elétrica, seja este campo formado por um ímã natural ou por um eletroímã. Mas que depois Faraday percebeu que quando desligava a corrente de um condutor do experimento, por um instante uma corrente elétrica era detectada no outro condutor do experimento que se encontrava próximo a ele. Foi aí que ele percebeu que apenas um campo magnético não produzia por si só uma corrente elétrica, mas uma variação no campo sim. Naturalmente foram feitos experimentos aproximando e afastando ímãs naturais de condutores e pode se constatar que dessa forma também se formava uma corrente elétrica. Após isso pode ser interessante anunciar a lei de Faraday-Lenz que temos hoje e ajudar os estudantes a interpretá-la. Realizando exemplos de aplicação da regra da mão direita, mas vale ressaltar que isso é apenas uma forma de recordar mais facilmente a geometria do fenômeno, mas o motivo dessa geometria ser como é, se deve a conservação de energia. Explique como a lei Faraday-Lenz concorda com a conservação de energia e mostre que se fosse diferente do que é, não haveria uma concordância. Esse momento será fundamental pela importância da ideia da conservação de energia em si e porque usaremos essa ideia na próxima aula como conceito unificador.

Organize as formas que temos para variar o fluxo de campo magnético dando exemplos de como podemos variar cada uma das grandezas (campo magnético, área, ângulo entre os dois) que influenciam nesse fluxo.

Terceiro Momento: Momento de aplicação do conhecimento. Separe os alunos em grupos e propor que eles elaborem um projeto de gerador elétrico a partir do que foi aprendido em sala. Acompanhando o desenvolvimento de cada grupo. Nesse momento é especialmente complicado descrever em detalhes como deve ser esse acompanhamento

do professor, ou até mesmo dar dicas, pois vai depender diretamente do desempenho específico de cada grupo que pode variar muito de escola para escola, de sala para sala e de grupo para grupo. Porém vamos aqui pontuar algumas possibilidades que podem ser exploradas nesse momento: ao se perguntar o que eles pretendem fazer com o gerador e que materiais pretendem usar para construí-lo podemos explorar conceitos vistos anteriormente como diferença de potencial e resistividade, de modo que o fio utilizado no gerador tem que ter uma baixa resistência para que não seja necessário uma diferença de potencial tão alta para o seu funcionamento; ao se questionar qual mecanismo que o grupo pretende utilizar para variar o fluxo magnético podemos explorar as grandezas que podem ser modificadas para variar o fluxo magnético; pela escolha do formato do gerador (e principalmente do condutor) podemos abordar a eficiência, que foi usada na indução de campo magnético e pode ser usada novamente aqui na indução de corrente elétrica, utilizando um solenóide ao invés de um fio retilíneo.

3.1.3 Terceiro Ciclo: Usinas elétricas

Objetivos:

- Instigar a criticidade dos alunos.
- Fomentar a melhoria na argumentação dos alunos.
- Apresentar consequências socioambientais da produção de energia elétrica.

Primeiro Momento: Passar o vídeo (<https://youtu.be/iYPMZamqSH4>), como funciona uma usina hidrelétrica, que trata a produção em usinas hidroelétricas como totalmente limpa, para iniciar a problematização dos meios de produção de energia elétrica e suas consequências ambientais.

Algumas perguntas que podem ser feitas após o vídeo são: “existe uma forma totalmente limpa de produção de energia elétrica?”. “Se existe, qual é?”. “Se não existe, qual é o tipo de energia que causa menos danos ao meio ambiente?”.

Segundo Momento: Para deixar mais clara a relação entre as aulas anteriores e essa, explique que processo de produção de energia elétrica das usinas é parecido com o do pequeno gerador que eles projetaram na aula anterior, o fenômeno físico é o mesmo, o que muda são as ordens de grandeza, afinal, para abastecer tantas casas a energia que precisa ser transformada é enorme. Isso dará margem para tratar o assunto conservação de energia em cada usina.

O educador pode escolher em torno de três para explicar o seu funcionamento. Essa escolha pode ser feita por diversos aspectos, um conhecimento mais aprofundado do professor, existir alguma usina próxima a escola, entre outros. O que é importante que o aluno perceba é que, o princípio físico essencial é o mesmo, o que muda de uma para outra é o meio usado para movimentar as turbinas, em termelétricas o que movimenta a turbina é o vapor de água, em hidrelétricas é a água, em usinas eólicas é o vento. Também é necessário discutir as consequências ambientais de cada uma, nesse momento, se instigados, é possível que os alunos contribuam bastante.

Terceiro Momento: Pedir para que os estudantes formem grupos para realizarem uma pesquisa sobre diferentes tipos de usinas elétricas, a fim de produzir um texto e uma apresentação (pode ser um cartaz, uma maquete, um vídeo, ou slides o importante é instigar a criatividade dos educandos) para aula seguinte, defendendo o uso de um tipo delas. Referenciando fontes confiáveis de onde a pesquisa foi realizada. O professor pode alertar para a importância de se questionar sobre a confiabilidade das informações que estão sendo pesquisadas usando o exemplo do vídeo passado em sala. Que é produzido por uma concessionária de energia elétrica que utiliza usinas hidrelétricas, logo, uma fonte que pode possuir interesse em fornecer informações distorcidas.

3.1.4 Quarto Ciclo: Transformadores e distribuição de energia elétrica.

Objetivos:

- Fomentar a melhoria na argumentação dos alunos.
- Praticar a argumentação oral.
- Usar os conteúdos físicos para elaborar explicação de equipamentos presentes no cotidiano.

Continuação do terceiro momento: Os primeiros cinquenta minutos aproximadamente, referentes a uma aula, podem ser dedicados a apresentação dos grupos sobre as usinas que escolheram.

Primeiro Momento: Após a apresentação dos alunos sobre as usinas elétricas, uma pergunta pode se tornar pertinente para problematização: como essa energia elétrica chega às nossas casas?

Provavelmente os alunos irão falar em suas apresentações ou ao menos irão ter lido em suas pesquisas a elevadíssima tensão produzida por grandes usinas elétricas, na ordem de dezena de milhares de volts, isso pode ser usado para dar continuidade à problematização,

perguntando como que em nossas casas a tensão fornecida é de 110V ou 220V? A essa pergunta poderão aparecer respostas equivocadas, como atribuir a toda essa queda de voltagem a resistência dos fios de alta tensão, o que abriria para uma discussão sobre isso, ou, mais provavelmente, respostas incompletas, como dizer que existe um transformador, mas sem saber explicá-lo.

Outra pergunta que pode ser feita é qual o tipo de corrente produzida pelas usinas, assim como a pergunta anterior é esperado que eles saibam algo a respeito pela aula anterior e pela pesquisa que realizaram. Questionar o tipo de corrente elétrica produzida pelas usinas pesquisadas, procurando já relacionar com o projeto de geradores dos alunos, que seguramente, serão em maioria de corrente alternada, para em seguida fazer a explicação do que caracteriza essa corrente.

Segundo Momento: A sugestão para esse segundo momento é que quando encerrada a discussão do primeiro momento o educador comece uma descrição detalhada da estrutura de um transformador, mas sem explicar seu funcionamento. Esta será uma tarefa para os educandos no terceiro momento. Um transformador antigo ou um desenho podem ajudar aqui no segundo momento.

Os dois momentos poderão, a princípio parecer desconexos para os alunos, mas farão sentido no terceiro momento. Que pretende ser um momento de aplicação de todo conhecimento adquirido e esclarecer a ligação entre o primeiro e segundo momentos dessa aula.

Terceiro Momento: Nesse momento pode ser proposto aos estudantes um desafio, agora que eles já sabem a estrutura interna de um transformador, pedir para que eles expliquem de forma escrita o funcionamento de um, podendo também utilizar desenhos para auxiliar na explicação. O que não será uma tarefa fácil, portanto o educador pode pedir para que formem pequenos grupos e ainda dar dicas, como por exemplo, avisar que eles terão que usar todo o conhecimento físico adquirido na sequência de aulas, ou que o transformador só funciona corrente alternada.

4 REFLEXÕES SOBRE A PROPOSTA

Neste capítulo serão explicitadas as relações entre o embasamento teórico presente no capítulo dois e a sequência didática presente no capítulo três. Falando mais claramente onde cada ideia é utilizada, refletindo as chances de se alcançar os objetivos pretendidos, explorando certa ideia em determinado momento, o motivo de alguma adaptação feita, sugestões de leitura, sugestões de possibilidades que foram pensadas, mas não foram adicionadas ao plano por algum motivo ou outras considerações que forem oportunas. Começaremos tratando as ideias mais gerais, como a aplicação dos três momentos pedagógicos, passando para pontos mais específicos.

Primeiro ponto a ser tratado é que durante o planejamento tentou-se preservar os aspectos de cada momento pedagógico o máximo possível, porém, é muito difícil fazer com que todos os momentos tenham todas as características e atinjam todos os objetivos de um momento pedagógico ideal, especialmente no primeiro momento, o de problematização inicial, mas o mais importante neste caso é buscar o diálogo e a partir dele instigar o educando para saber mais.

Outra dificuldade, é que uma proposta de sequência didática tradicional, já não é simples de se planejar em sua totalidade, pois a aula é dinâmica e mutável, na perspectiva dos três momentos pedagógicos, isso se torna muito mais complicado, por se tratar de um ensino dialogado, onde os estudantes participam mais ativamente da aula, a dificuldade em dar sugestões mais pontuais e específicas aumenta, em alguns casos podemos até tentar imaginar o que os alunos vão falar ou responder, devido a nossa vivência, mas nunca podemos ter certeza, então cabe ao educador escolher utilizar aquilo que realmente se faz pertinente e tem mais sentido no momento da aula e descartar ou modificar o resto. Por isso, como foi dito no subcapítulo “3.1 A sequência didática”, é mais condizente separarmos as aulas em ciclos pedagógicos do que em aulas, já que é extremamente difícil se estimar o tempo para cada ciclo.

Vamos fazer agora uma análise de acordo com o referencial teórico, do que foi feito em cada momento. Começando pelo primeiro ciclo pedagógico, referente ao experimento de Oersted.

A aula começa problematizando o funcionamento de uma bússola, para no segundo momento organizar o conhecimento, com o auxílio da HFC e de uma demonstração experimental.

Como foi dito no referencial teórico é relativamente fácil conciliar essas duas estratégias, pois os experimentos têm importância fundamental na história da ciência, sendo assim apareceram diversas

vezes ao utilizar a HFC, o que possibilita o educador escolher os que achar pertinente e viável para reproduzir em sala, dando assim maior ênfase aquele experimento. Além de fácil de ser utilizado em conjunto com a experimentação, o uso da HFC pode tratar dos problemas e das hipóteses que deram origem ao experimento que será realizado, como foi feito no segundo momento das aulas um e dois, contribuindo assim para uma melhoria das visões empírico-indutivista e aprometida da ciência, sem a necessidade que o experimento seja tão aberto, pois para conseguir esse resultado apenas com a experimentação os alunos teriam que elaborar desde as hipóteses, o que dependendo do caso poderia exigir uma grande aptidão dos alunos e/ou um tempo demasiado grande, pois elaborar hipóteses não é trivial.

Por considerar que o caso da aula, é um desses em que a elaboração de boas hipóteses, pode exigir demais dos alunos, é que a abordagem dessas hipóteses é deixada por conta da HFC e por isso é aconselhado ao educador destacar as observações que deram origem às primeiras suspeitas da ligação entre eletricidade e magnetismo, como isso levou as hipóteses da época e à elaboração do experimento. Pois é nesta parte que aconteceram os ganhos relativos ao entendimento da NdC. Dois bons textos que abordam esses pontos são, Oersted e o descobrimento do eletromagnetismo, do Martins (1986) e A relatividade einsteiniana: uma abordagem conceitual e epistemológica, do Peduzzi (2015), mais especificamente nos capítulos 3 e 4.2 respectivamente. Embora no planejamento tenha sido indicado o primeiro texto, o educador ao ler os dois pode optar pelo que julgar mais coerente para passar para os alunos, além da leitura dos textos completos ser enriquecedora para o próprio educador, assim como de outros textos, por exemplo a unidade 4 do Projeto Harvard, que trata do eletromagnetismo em uma perspectiva histórica e fica aqui como sugestão para o educador conhecer, se ainda não conhece, e pensar sobre usá-lo em sala.

Sendo assim, hipóteses e ao menos parte do procedimento são fornecidos ao estudante na proposta descrita, porém, não são apenas expostos sem que os estudantes tenham ideia de onde surgiram. Referente ao restante do procedimento experimental, fica a cargo do educador, pedir ou não, dependendo do nível da participação dos alunos, sugestões sobre como posicionar a bússola em relação ao fio condutor, questionando o porquê da escolha daquela posição, fazendo isso, reforçará aos alunos que os experimentos sempre são orientados por concepções prévias. Caso os alunos não estejam participando ou estejam sugerindo posições arbitrariamente, o educador pode escolher as posições, questionando os alunos sobre o que deveria acontecer com a

agulha da bússola naquela posição, caso uma hipótese estivesse correta e (depois) caso a outra estivesse correta. Neste caso, fica a cargo dos estudantes apenas chegarem na conclusão que nenhuma das duas hipóteses da época estava correta, mas que a suspeita da íntima relação entre eletricidade e magnetismo estava. Serão

Para encerrar os comentários sobre o segundo momento do primeiro ciclo, serão dadas duas sugestões bem práticas sobre o ensino da lei de Faraday-Lens, a primeira que é introduzir o conceito de linhas de campo, usando a bússola para facilitar a visualização da sua direção e sentido. Como estamos utilizando a HFC vale frisar ao educador que foi feito o uso proposital de um anacronismo, pois um conceito muito parecido com o de linhas de campo que temos hoje, surgiu anos depois do experimento de Oersted, com Michael Faraday (MARTINS, 1986; PEDUZZI, 2015). O educador pode optar por repassar ou não essa informação ao educando. A segunda sugestão é que se trate da geometria da lei de indução de Faraday não apenas através da “regra da mão direita”, mas também, como foi sugerido na sequência, mostrando como ela concorda com a conservação de energia, pois além da importância do conceito de conservação de energia por ele mesmo, ele servirá para ligar de forma mais nítida a aula quatro com a sequência, servindo assim de conceito unificador e facilitando o entendimento dos alunos quando for novamente tratado esse assunto.

No segundo ciclo, a experimentação propriamente dita não é utilizada, mas são usadas duas atividades com características semelhantes, para as quais se faz pertinente praticamente tudo que foi falado sobre experimentação. Sendo a primeira atividade uma simulação, que pode ser usada já no primeiro momento, com intuito de ajudar a problematizar o acendimento de uma lâmpada através de uma variação de fluxo magnético em um condutor ligado a ela, utilizando alguma das duas simulações sugeridas: e outra, atividade no terceiro momento, para que eles apliquem os conhecimentos adquiridos para projetarem um gerador elétrico. Nas duas atividades o educador pode optar por usar uma atividade experimental, essa escolha pode ser tomada por vários motivos, na primeira atividade, por exemplo, se a escola não tiver meios que possibilitem a utilização de simulações, o uso de um gerador elétrico construído pelo educador foi proposto como uma alternativa, o que já caracterizaria uma atividade experimental. Já para o terceiro momento o educador pode considerar enriquecedor que os alunos realmente construam o gerador, o que também já caracterizaria a atividade como experimental.

De qualquer forma, independente de que atividade o educador escolher, o importante é manter a característica de um alto grau de

liberdade intelectual, ou seja, uma atividade aberta, para que os estudantes trabalhem a criatividade e o raciocínio lógico, estimulando o desenvolvimento de um espírito investigativo.

Sobre as diferenças entre a atividade experimental e simulação, o que é essencial ser comentado, é que na simulação estamos interagindo com um modelo, que mantém algumas características do fenômeno e outras não, além do mais, as simulações usadas são modelos computacionais didáticos, é importante que o educador evite que o aluno crie concepções alternativas por conta disso. Para ficar mais claro, dois exemplos de como isso pode desfavorecer o ensino, são as representações de elétrons em formato de bolinhas em uma das simulações e a representação das linhas de campo magnético em outra. Se por um lado essas representações podem contribuir para a aprendizagem, por outro, tem que se tomar cuidado para que os alunos não pensem coisas como, que elétrons são bolinhas, nem que linhas de campo tem existência real.

Como o leitor deve ter reparado, falamos sobre a atividade do primeiro e do terceiro momentos, por terem características em comum e serem norteados pelos mesmos itens do referencial teórico, mas naturalmente entre esses dois momentos, existe o segundo momento, no qual se usou novamente uma abordagem HFC para auxiliar na organização do conhecimento. A maior diferença entre a maneira que a HFC foi usada neste segundo ciclo e no primeiro, está relacionada com a ordem em que ela aparece, embora nas duas situações ela esteja situada no segundo momento pedagógico, no primeiro ciclo ela é usada antes da atividade experimental e no segundo ela é usada depois da simulação, atividade que está exercendo função similar a da experimentação. Isso nos possibilita uma abordagem diferente, no primeiro ciclo optou-se por apresentar as suspeitas e hipóteses em relação ao experimento histórico, antes de realizá-lo, no segundo, a simulação foi realizada antes de se apresentar as hipóteses, permitindo assim que os estudantes as criassem, para depois organizar a ideia dos estudantes com a HFC, possibilitando que o educador compare as duas, utilizando isso como forma de, além de organizar, reformular alguma ideia equivocada do estudante. O restante das considerações são as mesmas que foram feitas para o uso no primeiro ciclo, destacar os questionamentos e hipóteses que levaram a elaboração do experimento (neste caso de Faraday), mas nesse ciclo com mais um ponto que pode auxiliar na melhoria da visão sobre a NdC ou ao menos evitar um reforço de alguma visão deformada, falar dos outros experimentos, entre o de Oersted e o de Faraday, que terminaram de consolidar o eletromagnetismo, pois isso deve evitar que o aluno

pense que um experimento pode confirmar ou refutar definitivamente uma ideia.

O terceiro e maior ciclo começa com a apresentação de um vídeo sobre usinas hidrelétricas. O vídeo trata esse tipo de usina como se fosse totalmente limpa, a ideia com isso é mostrar que fontes aparentemente confiáveis podem fornecer informações equivocadas, por isso é preciso estar sempre atento. Essa ideia pode ser lembrada antes do terceiro momento, para que os alunos prestem atenção na hora de fazer a pesquisa. Apesar dessa ideia ser importante por ela mesma, para fomentar a criticidade dos alunos, ainda mais nos tempos de hoje com tanta informação disponível e as famosas “fake news”, essa não é a única ideia do vídeo. Ele também ajuda muito a problematizar a questão ambiental da produção de energia elétrica.

Depois de realizar algumas perguntas para terminar de problematizar a questão acima, é sugerido que o educador relembre a explicação sobre a conservação de energia usada para explicar a relação geométrica da lei de Faraday-Lenz, isso além de explicitar a relação entre as aulas, para os estudantes que eventualmente não tenham percebido a ligação (fazendo papel de conceito unificador), vai propiciar que o conceito continue sendo tratado nos diferentes tipos de usina, fazendo que os estudantes entendam que a energia é transformada e não produzida, e que a principal diferença entre os tipos de usina, está em qual energia que será transformada em energia elétrica.

Além dessa parte fenomenológica, é evidente que as três aulas possuem um enfoque CTS, mas como vimos no referencial teórico, na parte em que trata os parâmetros e propósitos na visão de Strieder e Kawamura (2017), o enfoque CTS pode ter várias abordagens e perspectivas, que relacionam esses diferentes parâmetros e propósitos. A utilizada na proposta deste trabalho é melhor caracterizada a princípio como (3D) discutir especificidades e transformações acarretadas pelo desenvolvimento tecnológico. Porém, dependendo da prática do educador, pode se enquadrar como uma perspectiva (4D) questionar os propósitos que tem guiado a produção de novas tecnologias e/ou (5D) discutir a necessidade de adequações sociais. Se for discutido os interesses que guiam a escolha por um determinado tipo de usina, mais uma vez o vídeo pode ser usado como exemplo, para mostrar que existem interesses por trás da produção de energia, também pode ser citado, por exemplo, a saída dos Estados Unidos do acordo de Paris. Neste caso o tratamento ganha “contornos” da perspectiva (4D) questionar os propósitos que tem guiado a produção de novas tecnologias, e talvez até se enquadre como tal. Se as especificidades dos locais onde é melhor se construir cada tipo de usina for bem exploradas

o tratamento acrescenta características presentes na perspectiva (5D) discutir a necessidade de adequações sociais.

É interessante que se o educador se sentir apto para trabalhar esses pontos ele os inclua, pois já que se destinou um tempo considerável ao enfoque CTS, vale a pena fazer uma discussão aprofundada. Alguns textos que podem auxiliar o educador a ministrar uma aula como essa são A Temática Ambiental e o Ensino de Física na Escola Média: Algumas Possibilidades de Desenvolver o Tema Produção de Energia Elétrica em Larga Escala em uma Situação de Ensino de Silvia e Carvalho (2002) que pode ser encontrado com o link: [e Temas para o ensino de física com abordagem CTS, de Vianna et al. \(2013\), que pode ser encontrado no link: , nesse segundo mais especificamente o capítulo que nos interessa é o PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA EM USINAS HIDRELÉTRICAS de BERNARDO, José Roberto da Rocha.](#)

Para finalizar os comentários referentes a esse terceiro ciclo e partirmos para o quarto e último, cabe um breve comentário sobre a apresentação dos alunos, o educador sempre deve ter autonomia para alterar qualquer momento da proposta didática, aqui por exemplo, se ele considerar que é necessário desprender tempo demais para a apresentação dos alunos, ele pode pedir apenas a parte escrita para os alunos, mas ele deve refletir sobre os aspectos positivos de uma apresentação, que pode ajudar a melhorar a maneira de se expressar do aluno.

No quarto e último ciclo a problematização se inicia questionando como a energia elétrica produzida nas usinas, tão estudada por eles, chega até os lares. Essa pergunta a princípio pode não parecer tão interessante para os estudantes, mas depois de estudarem tanto a produção de energia, o processo de transmissão pode motivá-los, ao menos por algum tempo. Provavelmente os geradores que são tão importantes na distribuição de energia, serão citados neste primeiro momento o que permitirá fazer perguntas sobre eles. No segundo momento o educador relembra os geradores estudados e relaciona o processo de produção de energia elétrica ao tipo de corrente, antes de detalhar a estrutura interna do transformador. Comumente a explicação da estrutura interna do transformador seria seguida da explicação do seu funcionamento e dos fenômenos físicos por trás dele. Ficando tudo isso ainda no segundo momento. Mas como esse é o último ciclo de momentos pedagógicos da sequência e os alunos já estudaram os fenômenos essenciais para explicação de um transformador. Propomos que o educador deixe a explicação do transformador para o terceiro momento, pois permitirá que o aluno aplique praticamente todo o

conhecimento físico adquirido, a indução de campo magnético visto no primeiro ciclo, a indução de corrente elétrica estudada no segundo ciclo e a diferenças entre corrente contínua e alternada.

Esse terceiro momento mais do que os outros, parece propício para se aplicar uma avaliação tradicional, como comumente é feito, ao final de uma sequência de aula, que trabalham um determinado conteúdo, os alunos realizam uma prova, para mostrar o quanto aprenderam, mas como já foi mencionado no referencial teórico, mais especificamente ao final do tópico sobre os três momentos pedagógicos, a avaliação deve acontecer constantemente e avaliando o processo como um todo e não apenas os resultados (BIB, 2011). Por isso não devemos avaliar apenas nos terceiros momentos pedagógicos de cada ciclo, nem apenas com provas tradicionais, muito menos somente no último terceiro momento de uma sequência. Então vamos citar aqui alguns possíveis momentos para realizar uma avaliação e o que pode ser avaliado.

Começando pelos momento de aplicação do conhecimento, esses são os momentos mais propícios para realizar as avaliações pois os alunos costumam entregar um produto, em que ele aplicou o conhecimento, então o educador terá mais tempo para avaliar se o aluno adquiriu os conhecimentos e se conseguiu aplicá-lo, como nos casos dos terceiros momentos dessa proposta, onde o educador terá os desenhos das linhas de campo, terá os projetos dos geradores, terá os textos sobre as usinas elétricas e um texto com a explicação dos transformadores. Com esses documentos o educador terá tempo para avaliar os conceitos físico presentes, apenas na apresentação sobre as usinas elétricas é que a avaliação precisará ocorrer de forma mais dinâmica, mas o educador pode ir anotando os pontos durante a apresentação, não apenas com relação aos conceitos físicos, mas quanto a organização das ideias e maneira de se expressar dos alunos. A única consideração a ser feita sobre a avaliação nestes momentos de aplicação é que não se deve refletir apenas sobre a aprendizagem, mas também sobre o ensino.

Além dos momentos de aplicação, é aconselhável que a avaliação ocorrerá também durante os outros momentos, como no de organização do conhecimento. Por exemplo, quando os alunos elaboram hipóteses do que acontecerá com a bússola em determinada posição no experimento de Oersted é um momento oportuno para avaliar a criatividade e a coerência interna destas hipóteses assim como no desenvolvimento do próprio procedimento, no caso da simulação. Quanto comentam o vídeo assistido na quinta aula, pode-se avaliar a criticidade dos estudantes; e quando expõem suas conclusões, deve-se, como nos terceiros

momentos, avaliar os conceitos físicos, mas não só a aprendizagem, também o ensino.

Com isso encerramos as reflexões sobre a proposta e seguimos para as considerações finais, que serão apresentadas no próximo capítulo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho de conclusão de curso teve como motivação usar algumas das estratégias didáticas estudadas durante o curso para elaborar uma proposta didática para o ensino do eletromagnetismo no ensino médio, mas com algumas preocupações a mais das que se costuma ter no ensino tradicional, como, proporcionar um ensino sobre ciências e não apenas em ciências (FORTO, PIETROCOLA, MARTINS; 2011); considerar os conhecimentos prévios dos educandos, bem como promover o papel de protagonistas e contribuir com a formação científica e tecnológica de todos os educandos, inclusive dos que não seguirão na área de ciências exatas.

Cada uma das estratégias tem um potencial maior para determinado ponto, mas podem se auxiliar mutuamente. Acontece que articular tantas estratégias em uma única sequência não é nada simples, ao mesmo tempo que elas podem realmente se auxiliar para atingir um objetivo, corre o risco da abordagem ser superficial, por usar várias estratégias em um curto intervalo de tempo ou de não ficar em harmonia com o restante da sequência.

Porém outro ponto positivo dessa mescla é poder usar diferentes abordagens para alcançar o mesmo objetivo, uma vez que utilizando várias estratégias constantemente cada uma poderá aparecer várias vezes em um mesmo período letivo, por exemplo, como vimos o enfoque CTS tem várias perspectivas e abordagens diferentes, cada uma trabalha melhor em uma das diversas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, neste trabalho foi usada uma abordagem que trata mais explicitamente a relação entre tecnologia e sociedade, pois o conteúdo físico que estava sendo tratado e altura da sequência em que se escolheu utilizar o enfoque CTS pareceu propício a esta abordagem. Um outro momento poderá possibilitar que se trate outra relação de maneira mais explícita. Isso vale também para as outras estratégias, não apenas para o enfoque CTS, as vezes um determinado trecho da história da ciência facilita o estudo de alguns aspectos da NdC, já outro trecho pode ser mais apropriado para aprender sobre outros aspectos.

Outra dificuldade, além de articular as diferentes estratégias, como já foi mencionado algumas vezes durante o trabalho é fazer um planejamento na perspectiva dos 3MP, já que nessa perspectiva as aulas são dialogadas, o que as torna imprevisíveis.

Cabe ainda reforçar a importância do papel de autoria que de ser assumido pelo educador em todo o processo de ensino-aprendizagem, somado a um processo constante de reflexão-ação. Isso permitirá que

cada educador a partir do seu contexto local possa fazer as melhores escolhas e as adaptações necessárias a proposta aqui apresentada.

Por fim, não existe a pretensão de que o educador ao aplicar esse planejamento alcance completamente todos objetivos pretendidos, mas a aposta é que com mais sequências de aulas similares a esta, em que se articula diversas estratégias didáticas, se consiga atingir esses e outros objetivos.

REFERÊNCIAS

ABIB, M. L. V. S. Avaliação e melhoria da aprendizagem em Física. **Ensino de Física. Coleção Idéias em Ação. São Paulo: Cengage Learning**, p. 141-157, 2010.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. As práticas experimentais no ensino de Física. **CARVALHO, Anna Maria Pessoa et al. Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning**, p. 53-77, 2010.

DA SILVA COSTA, Franciellen Rodrigues et al. As visões distorcidas da natureza da ciência sob o olhar da história e filosofia da ciência: uma análise nos anais dos ENEQ e ENEBIO de 2012 e 2014. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 4-20, 2017.

DE MELLO FORATO, Thaís Cyrino; DE ANDRADE MARTINS, Roberto; PIETROCOLA, Maurício. **A história e a natureza da ciência no ensino de ciências: obstáculos a superar ou contornar the history and the nature of science in the science teaching: solving or conterbalancing obstacles.** 2010.

DE MELLO FORATO, Thaís Cyrino; PIETROCOLA, Maurício; MARTINS, Roberto Andrade. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, 2011.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do oprimido*. 17ª. **Ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra**, v. 3, 1987.

MARTINS, André Ferrer Pinto. História e Filosofia da Ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.

MARTINS, R. A. Oersted e a descoberta do eletromagnetismo. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, Campinas, n. 10, p. 89-114, 1986.

MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física**, p. 17-30, 2006.

MARTINS, Roberto de Andrade. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, v. 9, p. 3-5, 1990.

MUENCHEN, Cristiane; DELIZOICOV, Demétrio. Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 3, 2014.

PEDUZZI, L. O. Q. **A relatividade einsteiniana: uma abordagem conceitual e epistemológica**. Publicação interna. Florianópolis: Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, 2015.

PEREIRA, Marcus Vinicius; DO AMARAL MOREIRA, Maria Cristina. Atividades prático-experimentais no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 265-277, 2017.

PÉREZ, Daniel Gil et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

RICARDO, Elio Carlos. Problematização e contextualização no ensino de física. **Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning**, p. 29-48, 2010.

SASSERON, Lúcia Helena. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação**: relações entre ciências da natureza e escola. Revista Ensaio, Belo Horizonte, v. 17, p.49-67, nov. 2015.

VIANNA, Deise Miranda; BERNARDO, JRR. **Temas para o ensino de Física com abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. 2012.

WOBRICH, Agnis Rosani et al. **O ensino de eletromagnetismo utilizando de atividades experimentais**. 2013.

ANEXO - PROCEDIMENTO PARA CONSTRUÇÃO DE GERADOR ELÉTRICO

Adaptado de: <http://www.manualdomundo.com.br/2014/12/como-fazer-um-gerador-de-energia-com-ima-em-casa/>

Materiais:

- Fio fino esmaltado
- Quatro ímãs de neodímio
- Uma seringa de diâmetro aproximadamente igual ao dos ímãs
- Um led

Procedimentos:

Para ter o seu gerador caseiro, o primeiro passo é fazer uma bobina e enrolar o fio na seringa, dando 600 voltas e deixando mais 50 cm para fora. Enrole um pouco de fita adesiva para proteger a nossa bobina. Aí é hora de pegar os led's e conectar um com o outro, enrolando a perna mais curta de um com a mais longa de outro. Depois, você deve raspar o fio para tirar o esmalte e enrolar um fio de um lado do led e outro do outro lado. Agora é jogar os ímãs de neodímio na seringa e começar a balançar.