

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

HELTON TOMPSON LIMA COSTA

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA A DISCUSSÃO DE E SOBRE CORRENTE
ELÉTRICA NO ENSINO MÉDIO

TERESINA
2022

HELTON TOMPSON LIMA COSTA

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA DISCUSSÃO DE CONCEITOS DE E SOBRE
CORRENTE ELÉTRICA NO ENSINO MÉDIO

Dissertação de Mestrado/Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física.

Linha de Pesquisa: Recursos Didáticos para o Ensino de Física

Orientador: Prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz Silva

TERESINA
2022

FICHA CATALOGRÁFICA
Universidade Federal do Piauí
Sistema de Bibliotecas da UFPI – SIBi/UFPI
Biblioteca Setorial do CCN

C837s Costa, Helton Thompson Lima.
Uma sequencia didática para discussão de conceitos de e
sobre corrente elétrica no ensino médio / Helton Thompson
Lima Costa. – 2022.
109 f.

Dissertação (Mestrado Profissional) – Universidade
Federal do Piauí, Centro de Ciências da Natureza, Pós-
Graduação em Ensino de Física, Teresina, 2022.
“Orientador: Prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz Silva”.

1. Física – Estudo e Ensino. 2. Recursos Didáticos.
3. Corrente Elétrica. 4. Ensino Médio. I. Silva, Boniek
Venceslau da Cruz. II. Título.

CDD 530.7

HELTON TOMPSON LIMA COSTA

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA DISCUSSÃO DE CONCEITOS DE E
SOBRE CORRENTE ELÉTRICA NO ENSINO MÉDIO.**

Dissertação de Mestrado/Produto Educacional apresentada à Coordenação do Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Física, na Linha de Pesquisa Recursos didáticos para o ensino de Física.

Teresina (PI), 28 de Fevereiro de 2022.

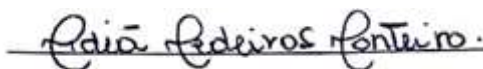
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz Silva – Universidade Federal do Piauí – UFPI
Orientador



Prof. Dr. Micaías Andrade Rodrigues – Universidade Federal do Piauí – UFPI Examinador
Interno



Prof. Dra. Mida Medeiros Monteiro – Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha fortaleza nos momentos de angústia...

Aos meus pais, Antonio Francisco de Araújo Costa e Jacqueline Carneiro Lima, que sempre foram os doutores da minha vida, ensinando-me a ser íntegro, justo, trabalhador e batalhador.

A minha noiva, Raiane Cristina da Silva, pela história que construímos, pela força, pela paciência, pelo exemplo de pessoa e pelo companheirismo, tanto nos momentos bons como nos difíceis.

Obrigado a Joedson Leone e Cauã Venâncio, queridos amigos, que tive o prazer de compartilhar bons momentos.

Ao meu orientador, agradeço imensamente pelo seu apoio e pela sua dedicação, que foram decisivos para que eu conhecesse a vida acadêmica. Obrigado pela minha introdução no ensino de ciências e na história e filosofia da ciência. Meu muito obrigado pelo exemplo de pessoa, pela amizade e pelo profissional que sempre foi.

Aos nossos colegas do grupo de estudos, que continuam ou que passaram por lá, pelas lições, pelos conselhos e pelas conversas nos corredores. Em especial, a Débora Samir, que participou mais proximamente dessa minha jornada.

A Banca examinadora que contribuiu para o aperfeiçoamento desse trabalho.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram nessa minha empreitada...

RESUMO

Este trabalho trata-se de uma pesquisa qualitativa de natureza translacional, a qual buscou construir, aplicar e analisar uma Sequência Didática (SD), fundamentada, principalmente, na teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, que utilizou-se de tópicos de História e Filosofia da Ciência (HFC) para elaboração de uma proposta de produto educacional com foco nas discussões de conteúdos de e sobre Corrente Elétrica no Ensino Médio. Destacam-se, também, os objetivos específicos que foram: a) elaborar ferramentas didáticas potencialmente significativas que comporão a SD; b) construir instrumentos de coleta de dados, usados para favorecer uma melhor avaliação do processo; e, c) construir instrumentos para análise desses dados, a fim, de observar se houve ou não aprendizagem significativa. A proposta foi implementada em uma turma do ensino médio de uma escola pública na cidade de Campo Maior, interior do Piauí. Como principais dados, podemos destacar três principais grupos, a saber: (1) aprendizagem de elementos da Natureza da Ciência dentro do produto educacional, (2) aprendizagem de conteúdos relacionados ao campo da corrente elétrica e, por último, (3) indícios de aprendizagem significativa no produto educacional. Sobre o primeiro, por exemplo, podemos citar a observação de indícios da existência de uma visão mais apurada sobre a mutabilidade, a não neutralidade e não absolutismo na Ciência. Já, o segundo grupo, destacamos que é possível perceber que os estudantes demonstraram ter estabelecidos conceitos adequados em relação a corrente elétrica e seus efeitos, tanto na escala macroscópica quanto microscópica. Sobre o último grupo, podemos apresentar como indícios da aprendizagem significativa a adequada relação entre conceitos mais gerais com outros mais específicos, e também, entre os mais específicos. Por fim, acreditamos que este trabalho pode trazer ganhos ao ensino de Física, de modo geral, e ao de corrente elétrica, em específico, pois além de ser um instrumento para contribuir para a formação de uma visão congruente com a cientificamente aceita, ele também auxilia na desmistificação de ideias questionáveis sobre a Ciência.

PALAVRAS-CHAVE: Aprendizagem Significativa. Corrente Elétrica. História e Filosofia da Ciência. Sequência Didática.

ABSTRACT

This work is a qualitative research of a translational nature, which sought to build, apply and analyze a Didactic Sequence (DS), based mainly on the theory of meaningful learning by David Ausubel, which used topics from History and Philosophy of Science (HFC) for the elaboration of an educational product proposal focusing on the discussions of contents of (and about) the Electric Current in High School. The specific objectives are also highlighted, which were: a) to develop potentially significant didactic tools that will compose the SD; b) build data collection instruments, used to favor a better evaluation of the process; and, c) build instruments to analyze these data, in order to observe whether or not there was significant learning. The proposal was implemented in a high school class of a public school in the city of Campo Maior, in the interior of Piauí. As main data, we can highlight three main groups, namely: (1) learning of elements of the Nature of Science within the educational product, (2) learning of contents related to the field of electric current and, finally, (3) evidence of meaningful learning in the educational product. About the first, for example, we can mention the observation, through the analyzed data, evidence of the existence of a more accurate view on mutability, non-neutrality and non-absolutism in Science. As for the second group, we emphasize that it is possible to see that the students demonstrated that they had established adequate concepts in relation to electric current and its effects, both on the macroscopic and microscopic scales. Regarding the last group, we can present as evidence of significant learning the adequate relationship between more general concepts with more specific ones, and also between the more specific ones. Finally, we believe that this work can bring gains to the teaching of Physics, in general, and to electric current, in particular, because in addition to being an instrument to contribute to the formation of a view that is congruent with the scientifically accepted one, it also helps to demystify unfounded ideas about Science.

KEYWORDS: Didactic Sequence. Meaningful Learning. History and Philosophy of Science. Electric current

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Uma visão esquemática do contínuo da aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica.....	26
Figura 2 - Portadores de cargas cruzando uma determinada área A de um condutor.....	33
Figura 3 - Sentido de movimento dos portadores de cargas.....	35
Figura 4 – Continuidade da corrente elétrica.....	35
Figura 5 - Bifurcação em um condutor percorrido por uma corrente elétrica.....	36
Figura 6 - Portadores de cargas atravessando determinada área.....	36
Figura 7 - Gráfico da corrente contínua e constante.....	37
Figura 8 - Gráfico da corrente alternada.....	37
Figura 9 - Portador de carga em movimento circular.....	38
Figura 10 - Vetor densidade de corrente.....	38
Figura 11 - Velocidade de deriva.....	39
Figura 12 - Condutor com diâmetro não constante.....	40
Figura 13 - Resumo da pesquisa.....	41
Figura 14 - Exemplo de resposta dada a questão 4 do questionário.....	50
Figura 15 - Exemplo 1 de Mapa Conceitual coletado.....	64
Figura 16 - Exemplo 2 de Mapa Conceitual coletado.....	64
Figura 17 - Exemplo de Mapa Conceitual coletado.....	65
Figura 18 - Exemplo de Mapa Conceitual coletado.....	65

LISTA DE QUADROS

Tabela 1 – Categorias elaboradas com as respostas a primeira pergunta do questionário..	46
Tabela 2 - Categorias elaboradas com as respostas a segunda pergunta do questionário...	47
Tabela 3 - Categorias elaboradas com as respostas a terceira pergunta do questionário..	49
Tabela 4 - Categorias elaboradas com as respostas a primeira pergunta do texto.....	52
Tabela 5 - Categorias elaboradas com as respostas a segunda pergunta do texto.....	53
Tabela 6 - Categorias elaboradas com as respostas a terceira pergunta do texto.....	54
Tabela 7 - Resposta por alternativa a primeira questão sobre corrente elétrica.....	56
Tabela 8 - Resposta por alternativa a segunda questão sobre corrente elétrica.....	57
Tabela 9 - Resposta por alternativa a terceira questão sobre corrente elétrica.....	58
Tabela 10 - Resposta por alternativa a quarta questão sobre corrente elétrica.....	59
Tabela 11 - Resposta por alternativa a quinta questão sobre corrente elétrica.....	60
Tabela 12 – Porcentagens referentes a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa percebidos nos mapas conceituais.....	63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1 História e Filosofia da Ciência no ensino de física.....	13
2.1.1 Problemas observados no ensino de Ciências no Brasil.....	13
2.1.2 A importância da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física.....	16
2.1.3 Cuidados ao inserir a História e Filosofia da Ciência em sala de aula.....	19
2.2 Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel.....	20
2.2.1 Aprendizagem Significativa.....	21
2.2.1.1 Não-arbitrariedade.....	22
2.2.1.2 Substantividade.....	22
2.2.2 Tipos de Aprendizagem Significativa.....	23
2.2.2.1 Aprendizagem Representacional.....	23
2.2.2 Tipos de Aprendizagem Significativa.....	23
2.2.2.1 Aprendizagem Representacional.....	23
2.2.2.2 Aprendizagem Conceitual.....	23
2.2.2.3 Aprendizagem Proposicional.....	24
2.2.3. Formas de Aprendizagem Significativa.....	24
2.2.3.1 Aprendizagem Significativa Subordinada.....	24
2.2.2.2 Aprendizagem Significativa Superordenada.....	25
2.2.2.4 Aprendizagem Significativa Combinatória.....	25
2.2.3 Aprendizagem Mecânica.....	25
2.2.4 Princípios programáticos facilitadores da aprendizagem significativa.....	27
2.2.4.1 Diferenciação progressiva.....	27
2.2.4.2 Reconciliação integrativa.....	27
2.2.4.3 Organização sequencial.....	28
2.2.4.4 Consolidação.....	28
2.2.5 Materiais Potencialmente Significativos.....	29
2.2.6 Estratégias facilitadoras da aprendizagem significativa.....	30
2.2.6.1 Organizadores Prévios.....	30
2.2.6.2 Mapas conceituais.....	31
3. CORRENTE ELÉTRICA.....	33
3.1 Definição.....	33
3.2 Intensidade da corrente elétrica.....	33
3.3 Portadores de carga.....	34
3.4 Unidade de medida	34
3.4 A causa da corrente elétrica.....	34
3.5 Sentido convencional da corrente elétrica.....	35
3.5 Continuidade da corrente elétrica.....	35
3.6 Corrente devido ao movimento de portadores de cargas.....	36
3.7 Tipos de corrente.....	37

3.8 Corrente devido ao movimento rotativo de carga.....	37
3.9 Densidade de corrente.....	38
3.10 Velocidade de deriva.....	39
4. PERCURSO METODOLÓGICO	41
4.1 Apresentando o decorrer da pesquisa.....	41
4.2 O contexto da pesquisa: a caracterização dos sujeitos e do local da pesquisa.....	44
5. ANÁLISE DOS DADOS.....	45
5.1 Atividade inicial.....	45
5.2 Considerações relativas às ideias dos alunos observadas no questionário de conhecimentos prévios.....	50
5.3 A aplicação do texto didático.....	51
5.4 Considerações relativas às ideias dos alunos observadas no questionário do texto didático.....	55
5.5 Estudos sobre a Corrente Elétrica.....	55
5.6 Considerações relativas às ideias dos alunos observadas no questionário dos estudos sobre a Corrente Elétrica.....	61
5.7 Atividade de revisão.....	61
5.8 Considerações a respeito da atividade de Revisão.....	62
5.9 Atividade final.....	63
5.10 Considerações a respeito da avaliação final.....	66
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	67
REFERÊNCIAS.....	70
APÊNDICE – PRODUTO EDUCACIONAL.....	74

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos lecionando aulas de Física, a experiência nos permite concluir que essa disciplina não é uma das mais queridas. Alguns dos fatores que podem ser citados como geradores e(ou) agravantes para essa rejeição são: uma abordagem quase que puramente matemática por parte dos docentes, a descontextualização da disciplina e a vida dos estudantes e uma visão de não utilidade dos conteúdos ensinados fora do contexto escolar. Esse problema acaba por se tornar um desafio enorme para professores e alunos no processo de ensino e aprendizagem. Devido a esse fato, vemos a importância de se buscar soluções que possibilitem uma contribuição de forma positiva para sobrepujar tal situação.

Infelizmente, o que notamos, no geral, não é novo, Zanetic (1989) já enfatizava que o Ensino de Física é permeado por uma operacionalização muito pobre sobre os conceitos e leis da Física, pouca ou nenhuma prática experimental, não contempla as mudanças epistemológicas sofridas pela Ciência, entre outros. Essa forma de ensino não corrobora para a formação de um cidadão crítico, atuante na sociedade e com ferramentas para discernir a melhor decisão a ser tomada frente aos desafios que vai enfrentar durante sua vida. Isso, vai de encontro, por exemplo, com a Lei 9.394, conhecida como Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (BRASIL, 1996) onde, no seu artigo 36, afirma dentre outras coisas, que o currículo do Ensino Médio:

I - destacará a educação tecnológica básica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; [...]

II - adotará metodologias de ensino e de avaliação que estimulem a iniciativa dos estudantes; [...].

Do exposto acima podemos observar que o Ensino de Física não deve ser construído em torno de uma lógica puramente matemática e cheia de modelizações, mas sim contextualizada com as mais várias áreas do conhecimento, como a filosofia e a sua história, por exemplo. Além disso, esses critérios orientam no sentido de integrar esse conhecimento com a tecnologia e com a responsabilidade social, temas importantes e presentes ao longo de toda a Física, a partir desses objetivos que estão vinculados a uma perspectiva mais ampla acerca da educação no Brasil.

Procurando contribuir para o desmantelamento desse cenário buscou-se a utilização de tópicos de História e Filosofia da Ciência com o intuito de contribuir tanto no aspecto acadêmico em relação aos conteúdos de Física quanto em relação a uma formação pessoal do

educando explorando aspectos da Natureza da Ciência que podem ser extrapolados para sua vida fora da classe. O tema escolhido para essa dissertação foi Corrente Elétrica, esse, possui uma forte relação entre o que é experimentado na vivência diária do aluno e o que é apresentado em sala de aula. Em razão do contato corriqueiro com fenômenos elétricos os estudantes trazem uma bagagem de conhecimento muito interessante para a sala de aula, possibilitando oportunidades ao professor para abrir discussões e contextualizações desses fenômenos nessas situações vividas pelos mesmos.

Dentro do exposto no parágrafo acima, o objetivo geral do presente trabalho é o de construir, aplicar e analisar uma Sequência Didática (SD) desenvolvida sob a perspectiva da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e que aborda tópicos de História e Filosofia da Ciência (HFC). A partir desse objetivo geral, os objetivos específicos desse projeto foram:

- a) Construir material didático com aporte histórico-filosófico sobre a temática do corrente elétrica;
- b) Montar instrumentos de coleta de dados, usados para favorecer uma melhor avaliação do processo de ensino-aprendizagem;

Nos parágrafos abaixo será explicada de maneira resumida o conteúdo dos capítulos da dissertação, os mesmos, seguirão a ordem adotada nesse trabalho.

O Capítulo 2 apresenta uma revisão da literatura acerca de outros trabalhos no âmbito do uso da HFC no ensino de Física, a saber: o que é essa linha de estudo, qual a sua importância e como eles podem ser utilizados em sala de aula. Temos também uma parte dedicada a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, na qual é apresentado o seu significado e os elementos constituintes.

O capítulo 3 discorre sobre a Corrente Elétrica, sua definição, a abordagem físico-matemática e gráfica desse conteúdo.

O Capítulo 4 descreve a Metodologia da Pesquisa. Nele, apresentamos os participantes da pesquisa, o local de aplicação e destacamos a abordagem qualitativa desta pesquisa em ensino de Física, na qual buscamos não simplesmente uma abordagem preocupada diretamente com métodos numéricos e estatísticos; mas, sim, em aprofundar a compreensão de determinado grupo de participantes.

O Capítulo 5 conta com a análise dos dados deste estudo. Nele, é possível perceber o Produto Educacional desenvolvido verdadeiramente em ação na sala de aula, mostrando os

passos e detalhes da análise de cada etapa e proposta de ensino de e sobre corrente elétrica idealizados e postos em prática.

Por fim, o Capítulo 6 traz as considerações finais acerca da pesquisa.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 História e Filosofia da Ciência no ensino de física

2.1.1 Problemas observados no ensino de Ciências no Brasil

Vivenciamos um momento atípico, com desafios gigantescos, principalmente, à respeito da saúde pública global, causada pela pandemia provocada pelo COVID-19, em decorrência disso, inúmeras outras áreas da sociedade foram afetadas, provocando taxa acentuada de desemprego, superlotação em hospitais, problemas econômicos graves, educação se desenvolvendo de forma adaptada, dentre outros fatores socioeconômicos. Em um cenário tenebroso, como o que vivenciamos, torna-se mais complexo pensar em soluções viáveis para o contexto educativo e social que estamos inseridos; mas, olhando-se com atenção vemos que podemos usar essa situação como uma ferramenta para avaliar a forma como os estudantes se portam perante a tudo isso que está ocorrendo, mais especificamente, a utilização de novas abordagens de ensino, aprendizagem e avaliação do que é aprendido em aulas de Física.

Tem-se discutido em rede nacional assuntos como higiene pessoal, processo de fabricação de vacinas, temas de infectologia, influência de ideologias em assuntos científicos, dentre outros fatores que afetam diretamente ou indiretamente nossa sociedade. Pela reação da população, parece que tudo isso é extremamente novo, ninguém sabia ou nunca ouviu, leu ou viu nada a respeito desses assuntos. Essa resposta que a população, em particular os estudantes, estão dando mediante essa realidade gera preocupação, visto que não é algo que foge, ao menos não deveria, a realidade educacional deles. Como professores e pesquisadores em Ensino de Física, isso nos alerta que precisamos reavaliar a qualidade da nossa educação científica e a forma como a sociedade enxerga os processos da Ciência, no geral, e da Física, em particular.

Sobre o tema do ensino de Física no Brasil, Zanetic (1989) nos ajuda nessa questão quando em sua tese de doutorado fornece um panorama do ensino de Física no Brasil, afirmando que nas aulas de Física:

- i. é praticada apenas uma operacionalização muito pobre dos conceitos e leis da física clássica. [...]
- ii. Foi suprimida a prática experimental que era básica para a compreensão de conceitos, teorias e métodos. [...]
- iii. Não se contempla a mudança epistemológica por que passou a física desde a sua estruturação clássica a partir do século XVII. [...]

- iv. Está ausente a história da física, tanto a internalista, isto é, a história do surgimento dos conceitos e leis universais que compõem as teorias, quanto a externalista, isto é, aquela que procura relacionar a evolução das ideias da física ao contexto social. [...]
- v. A física é apresentada como um ramo do conhecimento neutro, apolítico e desligado do cotidiano. [...]
- vi. O conteúdo da física se restringe aos diferentes ramos consagrados da física clássica, com a total ausência dos desenvolvimentos por que passou a física contemporânea após o advento da relatividade e da mecânica quântica. [...]
- vii. Como coroamento desses pontos negativos, e para terminar esta lista, vem a sensação de desconforto para com a física demonstrada pelos adolescentes que pela primeira vez se defrontam com a física escolar. [...] (ZANETIC, 1989, p.15).

Por mais que esse recorte de texto remonte a década de oitenta, do século passado, notamos que a realidade foi pouco alterada, sendo o relatado ainda bastante atual. Podemos perceber isso quando o Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) do ano de 2000 e a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), homologada em 2018, evidenciam as mesmas nuances apresentadas por Zanetic, os documentos apontam que:

[...] as modalidades exclusivamente pré-universitárias e exclusivamente profissionalizantes do Ensino Médio precisam ser superadas, de forma a garantir a pretendida universalidade desse nível de ensino, que igualmente contemple quem encerre no Ensino Médio sua formação escolar e quem se dirija a outras etapas de escolarização. Para o Ensino Médio meramente propedêutico atual, disciplinas científicas, como a Física, têm omitido os desenvolvimentos realizados durante o século XX e tratam de maneira enciclopédica e excessivamente dedutiva os conteúdos tradicionais. (BRASIL, 2000, p.8).

[...] poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos (como estimar o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas, ler e interpretar rótulos de alimentos etc.). Tal constatação corrobora a necessidade de a Educação Básica – em especial, a área de Ciências da Natureza – comprometer-se com o letramento científico da população. (BRASIL, 2018, p.549).

Em paralelo com o apresentado e evidenciando alguns problemas da educação técnica, ortodoxa e não contextual, Silva (2010) e Vannucchi (1996) apresentam tais problemas, observe:

[...] o aluno formado por ele não será capaz de, pelo menos, compreender os princípios básicos das ciências, e, também, não os poderá aplicar no seu dia-a-dia, potencializando posturas ingênuas em face das credices e superstições, desvinculando-se, totalmente, da finalidade do ensino de ciências. (SILVA, 2010, p.24).

[...] essa ineficácia pode ser constatada por uma série de estudos realizados nos E.U.A., os quais revelam que grande parte da população escolarizada não sabe o significado de conceitos científicos básicos e, além disso, os estudos indicam uma visão anti-científica amplamente difundidas e pensamento ilógico. (VANNUCCHI, 1996, p.15).

Além dos autores e documentos apresentados, podemos observar, na nossa prática pedagógica diária, situações que corroboram nossa argumentação inicial, como, por exemplo, alunos que defendem o modelo de terra plana, usando para isso conceitos aristotélicos já contestados pela Física atual e que quando são confrontados reagem de forma dogmática e autoritária aos pontos contrários aos modelos que acreditam, chegando à negação de teorias científicas consideradas consolidadas atualmente, como é o caso da força gravitacional, o tamanho observável do Universo, as dimensões e distâncias do Sol e da Lua.

Em outras situações, por desconhecimentos dos processos de construção, validação e refutação da Ciência, terminam sendo “reféns” de Pseudociências ou mesmo teorias ditas da conspiração, nas quais são defendidas, ideias sem a construção muitas vezes de argumentos e hipóteses sólidas, onde podemos citar, por exemplo, discussões sobre a existência de chips em vacinas para controle da população mundial.

Isso que é observado está intimamente ligado ao Ensino de Ciências e, em particular, para esse trabalho, o Ensino de Física. Acreditamos que uma possível saída para esse cenário descrito seja um ensino para além da Física, ou seja, também sobre a Física, destacando como ela é construída, as influências de outros conhecimentos (ditos não científicos) na Ciência, as suas relações com a população escolarizada ou não, desmitificação do mito do cientista infalível e, por consequência, da não existência de erros na construção de conhecimentos científicos.

Contudo, o ensino, na forma como é apresentado por Zanetic, geralmente não traz à tona estes pontos. Em decorrência dessa metodologia, por exemplo, em trabalhos anteriores Silva (2008) já destacava que os estudantes parecem não atribuir nenhum significado ao estudado, às vezes por não compreenderem o que foi estudado, outras vezes por serem apresentados aos conteúdos de maneiras tão autoritárias e dogmáticas, desconsiderando-se inclusive seus próprios argumentos prévios trazidos de experiências do dia-a-dia fora ou dentro do contexto escolar.

Nesse sentido, geralmente os argumentos que os estudantes trazem para as aulas de Física geram na prática uma sensação de que se existem duas realidades distintas que “duelam” entre si, na sala de aula, a saber: (i) a escolar, na qual o que é estudado serve restritamente à resolução de problemas e exercícios, visando o ingresso no ensino superior e (ii) da vida cotidiana, no qual os argumentos sobre os fenômenos naturais são construídos, na sua maioria, sem problematizações (reflexões) e por experiências sensoriais, acarretando a supervalorização

de ideias de senso comum e(ou) outras formas não científicas de ver o mundo e compreender como a Ciência é construída.

2.1.2 A importância da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Física

Do exposto no tópico anterior deve ter ficado clara a necessidade de se repensar a forma como ensinamos Ciência e, em particular, Física. Deve-se promover uma reflexão a respeito do quadro em que nos encontramos e uma proposta possível e com possibilidades reais de ir de encontro aos problemas que foram anteriormente apresentados seria a utilização da HFC como metodologia de ensino de Física. Antes de iniciarmos, de fato, a discussão sobre a HFC vamos falar um pouco sobre sua relação com a Natureza da Ciência e como se encaixa neste contexto.

Moura em seu artigo “O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência?” nos afirma que um grande número de estudiosos, nos mais diversos níveis da área da educação tem se preocupado que não se aprendam e ensinem somente Ciência, mas também sobre a Ciência. Ele continua informando que na literatura especializada no mundo percebe-se a existência de diversos trabalhos que abordando este assunto, contribuindo para que tenhamos um tema de pesquisa e atuação definido. Segundo esses trabalhos, o entendimento sobre a Ciência envolve compreender o que é denominado de “Natureza da Ciência” (NdC). Para Silva (2018) a NdC:

retrata a integração de diferentes campos do saber como, por exemplo, Filosofia, História, Antropologia, Sociologia e Psicologia em torno do entendimento de como o conhecimento científico é produzido, internalizado, comunicado e até mesmo refutado. Sendo assim, ela refere-se à busca de respostas para diferentes questões, a saber: o que é a Ciência, como ela trabalha, os valores e crenças inerentes ao campo científico, relações existentes entre a Ciência e a sociedade, dentre outras. (SILVA, 2020, p.70).

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

(i) A Ciência é mutável, dinâmica e tem como objetivo buscar explicar os fenômenos naturais; (ii) A Ciência não é um conhecimento estático, todavia em constante transformação, sempre com o objetivo de compor modelos explicativos para os fenômenos do mundo natural. Nega-se, portanto, a visão de que a Ciência é um conjunto de verdades absolutas a serem aceitas cegamente. Pelo contrário, por ser conhecimento em contínua mudança, ela está sempre se reformando internamente, revendo seus modelos e bases, o que implica que nossa própria percepção dela também muda com o tempo; (iii) Não existe um método científico universal. Há um consenso muito amplo a respeito deste aspecto da natureza da Ciência. Ao contrário das visões de senso comum sobre o método científico, os pesquisadores na área concordam que não existe um conjunto de regras universais a serem seguidas para

fazer Ciência; (iv) A teoria não é consequência da observação/experimento e vice-versa. No senso comum, tem-se a concepção de que uma teoria científica sempre é consequência de um experimento, o qual, se realizado em um determinado número de vezes e de circunstâncias, prova a teoria. Diversos autores na literatura têm combatido essa visão da Ciência (v) a impossibilidade da prova na Ciência. A Ciência, de outra perspectiva, constrói modelos, explicações, conceitos a respeito do mundo natural que são embasados pelo arcabouço de saberes, metodologias, pressupostos epistemológicos, sociológicos e filosóficos da Ciência. Estas construções são, no fim, sempre provisórias, transformando-se ao longo do tempo e das sucessivas mudanças de contextos científicos, sociais, culturais etc; (vi) A Ciência é influenciada pelo contexto social, cultural, político etc., no qual ela é construída. Este aspecto evidencia a não neutralidade da Ciência e do pensamento científico, isto é, nenhuma ideia científica ou cientista está envolta numa redoma intransponível; pelo contrário, suas concepções, as questões da época, o local em que vivem e as influências que sofrem podem desempenhar um papel importante na aceitação, rejeição e desenvolvimento das ideias da Ciência; (vii) Os cientistas utilizam imaginação, crenças pessoais, influências externas, entre outros para fazer Ciência. No senso comum, há uma noção de que o cientista está alheio ao mundo ao redor, fazendo uma Ciência neutra e livre de influências. Entretanto, a análise da construção da Ciência revela uma característica de todo cientista: eles são seres humanos comuns, por isso, cometem erros, utilizam de suas crenças e expectativas para elaborar e legitimar suas ideias, têm qualidades e defeitos etc. (Moura, 2014, p.3, grifo nosso).

Agora, já apresentados os pontos de partida, vamos nos concentrar na discussão a respeito da HFC.

Começaremos com a BNCC afirmando que “A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimento humano e social” (BRASIL, 2018, p.551).

Além desse documento citado, nos parágrafos seguintes serão vistos argumentos de alguns autores a respeito da utilidade da HFC para o ensino. Um dos pontos que destacamos sobre a potencialidade da HFC é, justamente, aos valores distorcidos associados à Ciência por parte de nossa sociedade, seja escolarizada ou não. Nessa perspectiva, o uso da HFC pode reconduzir aos aspectos mais atualizados sobre a Ciência, por exemplo:

- 1) A ciência é uma construção histórica, humana, viva, e, portanto, caracteriza-se como proposições feitas pelo homem ao interpretar o mundo a partir do seu olhar imerso em seu contexto sócio-histórico-cultural;
- 2) A ciência produz conhecimentos abertos, sujeitos a mudança e reformulações;
- 3) A construção destes conhecimentos é guiada por paradigmas que influenciam a observação e a interpretação de certo fenômeno;
- 4) O conhecimento científico não é construído pontualmente, sendo um dos objetivos da ciência criar interações e relações entre teorias. (CARVALHO; SASSERON, 2010, p. 110 e 111).

Podemos destacar, ainda, que a HFC:

[...] motiva e atrai os alunos; humaniza a matéria; promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência - a Revolução Científica, o darwinismo, etc.; demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que se opõem a ideologia científicista; e, finalmente, a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente. (MATTHEWS, 1995, p.172).

e também:

[...] a HFC valora o significado e o sentido da Ciência na vida do homem, superando a memorização dos fatos, muitas vezes presos a nomes, a datas, a causas e a consequências. Esse viés proporciona conhecer e aprofundar a Ciência através da história do conhecimento, o que conduz a uma educação científica reflexiva, pois prioriza o aspecto dinâmico do saber científico, despertando no aluno a possibilidade de compreender para participar da Ciência presente no cotidiano. (SOARES, 2013, p.53).

A educação científica só tem a ganhar com o uso de HFC pois,

[...] haveria considerável avanço na educação global da sociedade se fosse dedicado tempo equivalente tanto a revolução científica, quanto as revoluções políticas, tanto a Mendel e a Genética quanto aos gerais, tanto ao desenvolvimento da medida do tempo quanto à elaboração de constituições. (MATTHEWS, 1994, p.52).

Com base no apresentado, é possível afirmar que o uso de HFC pode:

- Proporcionar o estudo mais adequado de equações relacionadas a conceitos e teorias que, em algumas ocasiões, vêm se mostrar sem significação aos estudantes. Nas salas de aulas de ciência, muitas vezes as equações são, simplesmente, repassadas aos alunos. Nesses casos, os discentes manifestam apenas uma preocupação em aplicá-las em problemas previamente determinados pelos docentes;
- Servir como uma ferramenta no trabalho das concepções alternativas mostradas pelos alunos. Hoje em dia, a Didática das Ciências já sinaliza a semelhança que existe entre as concepções alternativas mostradas em sala, por alguns alunos, e modelos teóricos criados por cientistas no passado. Acredita-se que a HFC atrelada às concepções alternativas possam não só amenizar o erro dos alunos em sala de aula, como também possam apontar para os docentes caminhos e possibilidade para se trabalhar com esses erros;
- Desmistificar o método científico, possibilitando ao aluno um estudo mais detalhado do trabalho dos cientistas, mostrando, mesmo, que nem sempre é preciso, para a aceitação ou não de uma teoria, finalizar o processo por meio de um experimento com caráter de “verificação” ou mostrando, ainda, que diferentes cientistas se valiam de metodologias diferentes para realizar as suas pesquisas, afastando-se, em muitos casos, dos conhecidos passos do famoso método empírico-indutivista;
- Proporcionar o estudo e elaboração de novas estratégias de ensino que possibilitem dar uma maior significação ao estudo de conceitos e teorias físicas;
- Mostrar a dimensão coletiva do conhecimento, mostrando que a ciência, na sua evolução, é (re)pensada por mais de uma pessoa. Dessa forma, desmistificando a ideia de *gênio da ciência* ou *pai da ciência*. Esse ponto é crucial, pois é comum, em sala de aula, os alunos pensarem que a ciência é um produto acabado, em que os cientistas são encarados como heróis ou seres iluminados. Mostrando que os cientistas erram (tópico abaixo), é possível encorajar novos jovens a adentrarem no mundo científico;

- Mostrar tanto os acertos quanto os erros na ciência. Mostrar os problemas, dificuldades e dilemas que rodeiam o cientista na formulação de uma teoria.
- Mostrar a importância de fatores não científicos, como a influência de fatores sociais, políticos e religiosos no desenvolvimento de uma teoria, apontando até a propaganda, o uso de autoridade, a aliança com poderosos e chefes de estados como argumentos válidos na aceitação ou não de uma teoria.
- Mostrar como o pensamento científico transforma-se com o passar do tempo, assinalando que a ciência não é estática nem muito menos acumulativa, mas se vale de momentos de rupturas, quando modelos, ideias e teorias são transformadas.
- Contribuir para o entendimento da relação ciência, tecnologia e sociedade. (SILVA,2010, p.27-28).

Finalmente acredita-se que a HFC, devido a sua visão dá e sobre a Ciência, contribua para que o estudante tenha possibilidade de adotar uma postura lógica e mais crítica em frente às mais diversas circunstâncias, como concepções superadas a respeito da evolução do cosmos, nosso lugar no Universo, superioridades de uma “raça” do homem em detrimento de outra por causa de características físicas, poluição ambiental, coexistência pacífica e racional com pensamentos diferente, dente outros.

2.1.3 Cuidados ao inserir a História e Filosofia da Ciência em sala de aula

Indicamos, nesse trabalho, o uso de HFC, mas isso não quer dizer que é só pegar um recorte histórico, um artigo ou um texto que contemplem aspectos da Natureza da Ciência e aplicá-los de qualquer maneira, pois até a água que nos é essencial a vida, pode matar ou trazer problemas se for usada ou manuseada de forma inadequada.

Podemos apresentar cuidados referentes a uso de materiais histórico como:

- i. É preciso verificar a qualidade do material utilizado, procurando informações sobre seu(s) autor(es) e fatos apresentados, ou seja, observar o grau de confiabilidade, para que não sejam levados para a sala de aula erros históricos, epistemológicos, conceituais. Sem essa triagem dos materiais utilizados, corre-se o risco de fortalecer e(ou) acabar criando novas concepções errôneas a respeito da Ciência, obtendo um resultado contrário do esperado. Nesse ponto é necessário um conhecimento razoável sobre o tema, na falta disso, se faz necessário a ajuda por parte de outros professores e(ou) estudiosos da área;
- ii. É preciso ter cuidado para que na transposição didática não ocorra alterações que alterem as conclusões originais. Sem esse cuidado é possível que os bons materiais seleção possam se tornar inadequados ao uso, por causa das distorções do texto

original. Na falta de habilidade ou conhecimento para essa transposição, tem-se como alternativa os trabalhos já feitos, esses, por sua vez, devem seguir os critérios apresentados no item anterior;

- iii. É preciso ter um objetivo claro ao utilizar a HFC em sala de aula, e que esse, não consista somente em uma obrigação de cumprir um currículo, ou de um desejo surgido somente por uma vaga leitura sobre o tema, mas sim, de reconhecer sua real importância frente ao quadro educacional em que nos encontramos. Se isso não for feito, pode gerar uma queda na qualidade do que é apresentado, pois boas ferramentas se forem mal manuseadas podem provocar acidentes, e se tratando de ensino, esses acidentes podem se tornar uma gigantesca bola de neve;
- iv. Por último e não menos importante, ter no mínimo um conhecimento básico a respeito do uso e do que é HFC aplicada ao ensino. Para auxiliar nessa questão, muitas universidades já contam com grupos de estudos ou cursos sobre o que é e como utilizar a HFC na sala de aula. Além disso, temos eventos como o Encontro Nacional de Ensino de Física (ENEF), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), e entidades que publicam trabalhos como Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Revista Catarinense de Ensino de Física (RCEF), Ciência e Educação, Física na Escola, Cadernos de História e Filosofia da Ciência, que trazem em seus eventos e publicações uma parte dedicada a HFC, o que se torna um enorme auxílio para quem se interessar, possibilitando acesso as discussões e intervenções práticas mais atuais produzidas pelos autores da área.

2.2 Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel

Por muito tempo a filosofia Behaviorista dominou o cenário escolar, os materiais produzidos, os teóricos estudados e a própria escola se enquadravam majoritariamente nessa perspectiva. Mas vemos hoje em dia que essa forma de pensar e trabalhar tenha enfraquecido, por mais que vestígios do comportamentalismo ainda estejam presentes em alguns lugares; já é observado um olhar mais crítico dessa vertente, como afirma Moreira (2011):

[...] no contexto educativo, hoje quase não se fala mais em estímulo, resposta, reforço positivo, objetivos operacionais, instrução programada e tecnologia educacional. Estes conceitos fazem parte do discurso usado em uma época na qual a influência

comportamentalista na educação estava no auge e transparecia explicitamente nas estratégias de ensino e nos materiais educativos. Nessa época, o ensino e a aprendizagem eram enfocados em termos de estímulos, respostas e reforços, não de significados. MOREIRA,2011,p.25).

Como visto, o comportamentalismo perdeu lugar e outras teorias ganharam espaço no cenário educacional e uma delas, a que será usada neste trabalho, é a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

A teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, é cognitivista e procura explicar como novas informações adquiridas por uma pessoa podem se relacionar com as que ela já possui. Quando novas informações são incorporadas por um indivíduo diz-se que ocorreu aprendizagem.

Podemos descrever o parágrafo anterior da seguinte forma:

- A Estrutura cognitiva que segundo a visão de Moreira (1999, p.5) “é um conjunto hierárquico de subsunções dinamicamente interrelacionados”, em outras palavras, trata-se de todo conhecimento que o indivíduo adquiriu durante sua vida e esses subsunções podem ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem.

- A aprendizagem, que para Ausubel consiste na “ampliação” da estrutura cognitiva através da incorporação de novas ideias a ela. Dependendo do tipo de relacionamento que se tem entre as ideias já existentes nesta estrutura e as novas que se estão internalizando, pode ocorrer um aprendizado que varia do mecânico ao significativo.

2.2.1 Aprendizagem Significativa e condições necessárias para que ela ocorra

Começaremos com o conceito de Aprendizagem Significativa, que de acordo com Moreira (2011):

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

Como é possível observar, existem duas características básicas que precisam ser contempladas na forma em que o novo conhecimento se relaciona com conhecimentos prévios

presentes na estrutura cognitiva para que ocorra aprendizagem significativa que são a não-arbitrariedade e a substantividade, que serão melhor explanados abaixo.

2.2.1.1 Não-arbitrariedade

Ao falarmos em relação não arbitrária, estamos afirmando que as novas informações e/ou conhecimentos a serem aprendidas devem se relacionar com aspectos relevantes da estrutura cognitiva, o que faz necessário ter uma clareza de quais são esses aspectos, que são os subsunçores. Podemos exemplificar o que foi dito através do conceito de força de atrito entre sólidos, que no nosso caso, seria o conhecimento a ser adquirido; esse deve se relacionar com o conceito de força, supondo, é claro, que esse conhecimento já existisse como conhecimento prévio. Aqui, surgem alguns pontos importantes, que devem ser observados com mais cuidado, eles são:

- Saber quais subsunçores são relevantes para o que se quer ensinar;

Se esse ponto não for observado com cuidado é possível que o novo conhecimento não se relacione com outro já presente ou se relacione com um não ideal.

- Reconhecer se esses estão corretos no seu significado;

Às vezes, os conceitos presentes não adquirirem um significado esperado, e não dar atenção a esse fato pode prejudicar em aprendizagens futuras.

- Ter a certeza que o(s) subsunçor(es) está(ão) presente na estrutura cognitiva de quem vai aprender.

Esse ponto será melhor discutido mais à frente quando forem apresentados os organizadores prévios.

2.2.1.2 Substantividade

Para que o novo conhecimento se relacione de forma substantiva é necessário saber que ele não é o símbolo/conceito que o representa; mas, a essência que eles trazem. Isto significa que o aprendizado não deve ocorrer de forma literal. O estudante ao ser apresentado a determinado conceito deve ser capaz de descrevê-lo de diversas formas e saber exemplificá-lo.

Podemos usar como exemplo para demonstrar a substantividade a seguinte situação. Quando os estudantes externalizam o que eles entendem sobre um tema com suas próprias palavras e apresentam situações em que esse conceito é aplicado, de uma forma diferente dos

exemplos apresentados pelo professor, isso pode ser tomado como evidencia que o conhecimento foi incorporado a sua estrutura cognitiva de maneira substantiva.

2.2.2 Tipos de Aprendizagem Significativa

A Aprendizagem Significativa pode ser de três tipos: Representacional, Conceitual e Proposicional. Logo abaixo será descrito de que forma cada uma delas se processa.

2.2.2.1 Aprendizagem Representacional

Vamos começar pela forma mais básica de Aprendizagem Significativa, que é a aprendizagem representacional, que é descrita por Moreira (2010, p. 16) como:

[...] “a que ocorre quando símbolos arbitrários passam a representar, em significado, determinados objetos ou eventos em uma relação unívoca, quer dizer, o símbolo significa apenas o referente que representa”.

Por exemplo, para uma criança a palavra pai representa somente o seu, ela não tem o conceito de pai, só uma representação.

2.2.2.2 Aprendizagem Conceitual

Passaremos agora a definição de Aprendizagem Conceitual que segundo Moreira (2010):

[...]ocorre quando o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo. Trata-se, então, de uma aprendizagem representacional de alto nível. (MOREIRA,2010, p.16).

Vamos retomar o exemplo anterior, só que agora a criança já sabe que a palavra pai pode ser aplicada a várias pessoas que têm certas características em comum. Nesse caso já existe o conceito de pai e não somente uma representação.

2.2.2.3 Aprendizagem Proposicional

Por últimos vamos a definição de Aprendizagem Proposicional que segundo Moreira (2010, p.16): “implica dar significado a novas ideias expressas na forma de uma proposição”. Ao montar-se uma proposição com um conjunto de palavras, seu entendimento está além da soma dos conceitos das palavras individuais.

Podemos perceber que os dois tipos de aprendizagem apresentados anteriormente são pré-requisitos para a Aprendizagem Proposicional.

2.2.3. Formas de Aprendizagem Significativa

Dependendo da forma como a nova informação se relaciona com a Estrutura Cognitiva ela pode ser denominada de Aprendizagem Significativa Subordinada, Superordenada ou Combinatória. Segue-se abaixo a descrição de cada uma.

2.2.3.1 Aprendizagem Significativa Subordinada

Para entendermos de forma adequada essa forma de aprendizagem precisamos ter ciência que na teoria de Ausubel a estrutura cognitiva se organiza de forma hierárquica com conceitos mais gerais, abstratos e inclusivos englobando conceitos mais específicos, menos gerais e inclusivos. Dessa forma Moreira (2010) apresenta a Aprendizagem Significativa Subordinada como aquela onde:

[...] conceitos e proposições potencialmente significativos ficam subordinados ou, na linguagem de Ausubel (op. cit., p. 52), são “subsumidos” sob idéias mais abstratas, gerais e inclusivas (os “subsunçores”). Este tipo de aprendizagem é denominado **aprendizagem significativa subordinada**. É o tipo mais comum. Se o novo material é apenas corroborante ou diretamente derivável de algum conceito ou proposição já existente, com estabilidade e inclusividade, na estrutura cognitiva, a aprendizagem subordinada é dita **derivativa**. Quando o novo material é uma extensão, elaboração, modificação ou quantificação de conceitos ou proposições previamente aprendidos significativamente, a aprendizagem subordinada é considerada **correlativa**. (MOREIRA,2011,p.27)..

Como pode ser visto acima, esse tipo de aprendizagem pode ocorrer de duas formas, que vão depender de características das novas informações.

2.2.2.2 Aprendizagem Significativa Superordenada

Esse tipo é o oposto da subordinada. Ela acontece quando o novo conhecimento é mais geral, abstrato e inclusivo do que o subsunçor a qual ele foi relacionado e esse passa a ser uma parte do novo conhecimento. Moreira (2011) afirma que a aprendizagem superordenada “é muito importante na formação de conceitos e na unificação e reconciliação integradora de proposições aparentemente não relacionadas ou conflitivas” (MOREIRA, 2011, p.27).

2.2.2.4 Aprendizagem Significativa Combinatória

Essa aprendizagem ocorre quando o novo conhecimento se relaciona com vários outros já presentes na Estrutura Cognitiva, sem ocorrer, nesse caso, subordinação ou superordenação. Moreira (2011) chama atenção sobre essa forma quando diz que “generalizações inclusivas e amplamente explanatórias tais como as relações entre massa e energia, calor e volume, estrutura genética e variabilidade, oferta e procura requerem este tipo de aprendizagem” (MOREIRA, 2011, p.27).

2.2.3 Aprendizagem Mecânica

Aprendizagem mecânica nos termos usados por Moreira (2009) é:

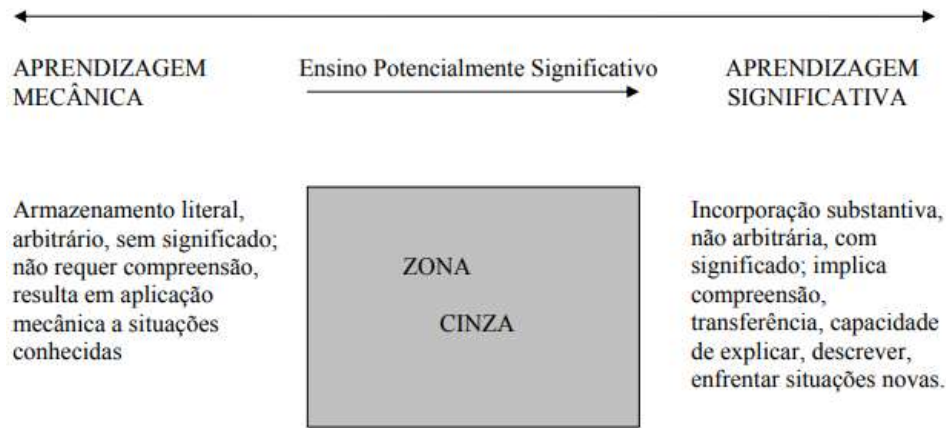
[...] aquela em que novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem ligarem-se a conceitos subsunçores específicos. A nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na estrutura cognitiva e pouco ou nada contribuindo para sua elaboração e diferenciação. (MOREIRA, 2009, p10).

Podemos caracterizar essa aprendizagem da seguinte maneira:

- Pouca duração - O esquecimento é rápido e quase total;
- Não servirão de subsunçores para novas informações - Como serão perdidas não terão utilidades futuras;
- Será de difícil reaprendizagem - Como serão apagadas de forma quase total não deixaram resquícios de sua aprendizagem em algum subsunçor relevante.

Quando se falam os termos Aprendizagem Significativa e Mecânica são necessários o entendimento que os mesmos fazem parte de um contínuo da aprendizagem, ou seja, não existe uma dicotomia, ambos são parte de um todo. Essa ideia fica melhor expressa na figura abaixo.

Figura 1- Uma visão esquemática do contínuo da aprendizagem significativa-aprendizagem mecânica



Fonte: (Moreira, 2013, p.16)

Também chamamos a atenção para alguns esclarecimentos a respeito da existência desse contínuo que são evidenciados por Moreira (1999), no qual destaca que:

- a passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural, ou automática; é uma ilusão pensar que o aluno pode inicialmente aprender de forma mecânica pois ao final do processo a aprendizagem acabará sendo significativa; isto pode ocorrer, mas depende da existência de subsunçores adequados, da predisposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor; na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas e o que predomina é a aprendizagem mecânica;
- a aprendizagem significativa é progressiva, a construção de um subsunçor é um processo de captação, internalização, diferenciação e reconciliação de significados que não é imediato. Ao contrário, é progressivo, com rupturas e continuidades e pode ser bastante longo, analogamente ao que sugere Vergnaud (1990) em relação ao domínio de um campo conceitual;
- aprendizagem significativa depende da captação de significados (Gowin, 1981), um processo que envolve uma negociação de significados entre discente e docente e que pode ser longo. É também uma ilusão pensar que uma boa explicação, uma aula “bem dada” e um aluno “aplicado” são condições suficientes para uma aprendizagem significativa. O significado é a parte mais estável do sentido e este depende do domínio progressivo de situações-problema, situações de aprendizagem. No caso da aprendizagem de conceitos, por exemplo, Vergnaud (op.cit.) toma como premissa que são as situações-problema que dão sentido aos conceitos e que a conceitualização vai ocorrendo à medida que o aprendiz vai dominando situações progressivamente mais complexas, dentro de uma dialética entre conceitos e situações. (MOREIRA,1999, p.12-13)..

Partindo do princípio de que não devemos privilegiar uma Aprendizagem Mecânica, podemos citar algumas atitudes que promovam uma Aprendizagem Significativa, que são:

- Buscar acessar os conhecimentos prévios dos aprendizes, em busca de identificar a existência ou não de subsunçores necessários à matéria de ensino;
- Preparar um material potencialmente significativo para uso em sala de aula;

- Motivar os estudantes para que os mesmos queiram aprender;
- Construir mecanismos de avaliação que permitam observar a ocorrência ou não de aprendizagem significativa.

2.2.4 Princípios programáticos facilitadores da aprendizagem significativa

A Estrutura cognitiva pode ser caracterizada por dois processos principais a diferenciação progressiva e reconciliação integradora, ou integrativa. Nos próximos parágrafos será melhor discutido a respeito de cada um.

2.2.4.1 Diferenciação progressiva

Moreira (2010) define diferenciação progressiva como “o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos”. (MOREIRA, 2010, p.6).

Podemos exemplificar da seguinte forma;

Supondo que um estudante já tenha como parte da sua estrutura cognitiva o conceito força como um ente Físico que é capaz de alterar o estado de movimento de um corpo e tenha uma noção prática desse conceito aplicado no seu cotidiano como puxar, empurrar e levantar um objeto. O processo de reconciliação integradora vai ocorrer quando na escola o discente for apresentado a força peso, gravitacional e atrito; e utilize o conceito inicial que ele tinha sobre o tema como subsunçor para ancorar o novo conhecimento. Nesse processo, o conceito de força torna-se mais abrangente, englobando vários outros conceitos, acontecendo a diferenciação progressiva.

2.2.4.2 Reconciliação integradora ou integrativa

Moreira (2010) define reconciliação integradora ou integrativa como “um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações”. (MOREIRA, 2010, p.6).

Retomando o exemplo anterior, sobre o conceito de força, a reconciliação integrativa ocorrerá quando o aprendiz compreender a relação que existe entre os conceitos dos vários tipos de forças, os quais anteriormente pareciam ser coisas distintas. Para ser ainda mais específico, haverá a percepção de que a força entre cargas elétricas pontuais no espaço e a de contato entre corpos são de mesma origem eletromagnética. É importante ressaltar que tanto a reconciliação integrativa quanto a diferenciação progressiva são processos que ocorrem de maneiras simultâneas e são essenciais para a aprendizagem significativa.

2.2.4.3 Organização sequencial

Moreira (2010) apresenta a organização sequencial como um

[...] princípio a ser observado na programação do conteúdo com fins instrucionais, consiste em sequenciar os tópicos, ou unidades de estudo, de maneira tão coerente quando possível (observados os princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa) com as relações de dependência naturalmente existentes entre eles na matéria de ensino (MOREIRA,2010, p.6).

Deve-se ter cuidado ao produzir um material de ensino para que as informações mais gerais e inclusivas sejam abordadas primeiro e depois a mais específicas e menos inclusivas. Torna-se mais fácil partir do geral e depois observar as especificidades. Um exemplo para esse fato seria tentar começar pelo conceito de força de atrito e depois generalizar o conceito de força a partir dele.

2.2.4.4 Consolidação

De tudo visto até o momento, é possível perceber, que nessa teoria, o fator mais importante que influi na aprendizagem é o que o estudante já sabe. Com esse fator em mente é possível perceber que um conteúdo a ser ministrado, que dependesse de outros anteriormente apresentados, ficaria seriamente comprometido se essas partes anteriores não tivessem sido adquiridas de forma adequada. Concluímos então, que se desprezarmos esse ponto, ficaremos em uma defasagem, acarretando maiores dificuldades no futuro.

Como mecanismo para tentar resolver a questão apresentada, usaremos o princípio da consolidação que segundo Moreira (2011):

[...] é aquele segundo o qual insistindo-se no domínio (ou mestria) do que está sendo estudado, antes que novos materiais sejam introduzidos, assegura-se contínua prontidão na matéria de ensino e alta probabilidade de êxito na aprendizagem sequencialmente organizada (MOREIRA,2011,p.42).

Assim, no processo de ensino e aprendizagem existe a necessidade de avaliação contínua, justamente pelo fato de se averiguar como os aprendizes estão integrando os novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva. Quando um professor percebe que sua turma não formou ou tem claro os subsunçores necessários para prosseguir, ele vai precisar reorientar suas ações para dar prosseguimento, o que pode se tornar um desafio a mais, principalmente em cursos/turmas onde a carga horária de sua disciplina é pequena. Reiteramos, a importância de avaliar e acompanhar a aprendizagem e a presença de subsunçores, antes de buscarmos a consolidação e avançarmos nos conteúdos.

2.2.5 Materiais Potencialmente Significativos

No processo de aprendizagem existe, entre outras, a interação entre o aprendiz e o material de ensino, como, por exemplo, um vídeo, uma simulação, um texto histórico, uma dinâmica em sala de aula, dentre outros. Sabendo que existe essa interação, devemos estar atentos a como ela ocorre, pois a mesma não deve acontecer de qualquer maneira. Segue abaixo pontos importantes, a serem observados, a saber:

- É preciso que o novo material seja relacionável de forma não literal e substantiva com uma parte relevante da estrutura de conhecimento de quem vai aprender, ou seja, é requisito que o material usado seja potencialmente significativo.
- É preciso uma interação entre o aprendiz e o material potencialmente significativo, ou seja, além de saber o que é e como utilizar a ferramenta, é preciso interagir com ela para que a ação seja realizada. No material, os símbolos podem ser significativos, mas, é fundamental para aprendizagem significativa que o conjunto deles, adquiram um significado, evitando-se que o discente reconheça o significado individual de cada símbolo usado e, mesmo assim, não compreender o todo, como, por exemplo, encontramos nos processos mnemônicos de equações horária do movimento na cinemática, nas quais os alunos decoram o que é cada termo da equação, mas não compreendem o significado físico das equações.

- É necessário observar se as informações contidas no material podem se “ancorar” de forma significativa com a Estrutura Cognitiva. Podemos dizer que o significado não está no material e sim na interação entre o material e os conhecimentos prévios dos discentes.

A busca e (ou) criação de materiais potencialmente significativos são uma das chaves para que o aprendiz possa receber e alocar a nova informação de maneira não literal e substantiva. Uma das causas da não ocorrência de aprendizagem significativa pode ser o uso de metodologias inadequadas e sem atualizações para o conteúdo trabalhado. Por exemplo, há professores que usam os mesmos materiais ano após ano, turma após turma, sem se preocupar com mais nada, tratando, assim, seu material como perfeito e que não precisa de modificações ou reformulações. Na nossa experiência docente e discente, percebemos, por muitas vezes, que isso acaba gerando nos alunos a falta de interesse pelo que se é estudado.

2.2.6 Estratégias facilitadoras da aprendizagem significativa

2.2.6.1 Organizadores Prévios

Como já foi exposto, para a ocorrência da aprendizagem significativa é necessário que o novo conhecimento se relacione de forma não arbitrária e não literal com uma parte relevante da estrutura cognitiva de quem aprende, o que nos leva a uma indagação: E, se eles não existirem ou não forem suficientemente claros, o que fazer a respeito?

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

Moreira (1999) define organizador prévio como:

[...] um recurso instrucional apresentado em um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação ao material de aprendizagem. Não é uma visão geral, um sumário ou um resumo que geralmente estão no mesmo nível de

abstração do material a ser aprendido. Pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação. Pode ser também uma aula que precede um conjunto de outras aulas. (MOREIRA, 1999, p.11).

Boss (2009) nos apresenta os motivos que fundamentam a importância do uso desse recurso, que são:

- i) a importância de ter ideias relevantes e apropriadas disponíveis na estrutura cognitiva, para tornarem logicamente significativo o material de aprendizagem potencialmente significativo e propiciar a ele uma ancoragem estável;
- ii) as vantagens de utilizar as ideias mais gerais e inclusivas de um dado conteúdo como ideias de esteio ou subordinadores (a saber: a adequação e especificidade da sua relevância, sua maior estabilidade inerente, seu maior poder explanatório, sua capacidade de integração);
- iii) o fato de que os próprios organizadores tentam identificar e mobilizar ideias relevantes já existentes na estrutura cognitiva e a ser explicitamente relacionadas com eles, bem como indicar explicitamente sua relevância e, também, dos subsunçores já existentes para o material de aprendizagem (BOSS,2009, p.42).

Os organizadores prévios serão úteis somente quando forem relacionáveis tanto com a estrutura cognitiva quanto aos novos conceitos apresentados, sendo esse requisito alcançados, serão recursos importantes no processo de ensino e aprendizagem.

2.2.6.2 Mapas conceituais

Moreira (2011) descreve que

[...] a estratégia do mapeamento conceitual foi desenvolvida por Novak (1991, 1997) e colaboradores, na Universidade de Cornell, a partir de 1972. Trata-se de uma técnica que, como sugere o próprio nome, enfatiza conceitos e relações entre conceitos à luz dos princípios da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (MOREIRA,2011,p.42).

Nos mapas conceituais, muitas vezes se utilizam figuras geométricas como retângulos e elipses, linhas ligando conceitos e organização com conceitos mais gerais em cima de específicos em baixo ou vice-versa. Nenhum desses usos se constituem em uma regra geral, ou seja, podem ou não ser utilizados. Entretanto, é fundamental que no mapa conceitual os conceitos gerais e mais relevantes e os específicos e mais secundários sejam identificáveis como tais.

Os mapas conceituais podem ser utilizados das mais variadas formas. Moreira (2012) expõe que:

[...] um mapa envolvendo apenas conceitos gerais, inclusivos e organizacionais pode ser usado como referencial para o planejamento de um curso inteiro, enquanto que um mapa incluindo somente conceitos específicos, pouco inclusivos, pode auxiliar na seleção de determinados materiais instrucionais. Isso quer dizer que mapas conceituais podem ser importantes mecanismos para focalizar a atenção do planejador de currículo na distinção entre o conteúdo curricular e conteúdo instrumental, ou seja, entre o conteúdo que se espera que seja aprendido e aquele que serve de veículo para a aprendizagem (MOREIRA,2012,p.3).

Como recurso de aprendizagem, Moreira (2012) descreve que:

[...] na medida em que os alunos utilizarem mapas conceituais para integrar, reconciliar e diferenciar conceitos, na medida em que usarem essa técnica para analisar artigos, textos, capítulos de livros, romances, experimentos de laboratório, e outros materiais educativos do currículo, eles estarão usando o mapeamento conceitual como um recurso de aprendizagem (MOREIRA,2012,p.3).

Como instrumento de avaliação da aprendizagem, Moreira (2012) descreve que:

[...] mapas conceituais podem ser usados para se obter uma visualização da organização conceitual que o aprendiz atribui a um dado conhecimento. Trata-se basicamente de uma técnica não tradicional de avaliação que busca informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. É mais apropriada para uma avaliação qualitativa, formativa, da aprendizagem (MOREIRA,2012,p.3).

A avaliação não deve ser menosprezada em nenhum momento, ainda mais quando se deseja alcançar uma aprendizagem significativa. Os mapas conceituais podem servir como ótimas ferramentas no processo de avaliação, pois, possibilitam ao professor ter acesso a como seus alunos organizaram a matéria de ensino em sua estrutura cognitiva, e com isso, ser mais incisivo em pontos que ficaram fragilizados na aprendizagem e reorganizar intervenções futuras.

3 CORRENTE ELÉTRICA

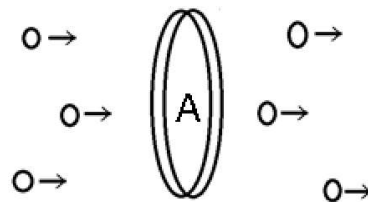
Nesse capítulo, será apresentada a teoria Física sobre a Corrente Elétrica, desde sua definição até os modelos matemáticos usados na sua descrição. Destaca-se também que o tema abordado será utilizado na Sequência Didática desenvolvida nessa dissertação.

Começaremos abordando sua definição e passaremos aos demais tópicos.

3.1 Definição

O fluxo de carga de maneira ordenada com um sentido preferencial de movimento através de qualquer seção transversal de um corpo durante um intervalo de tempo é chamado de corrente elétrica.

Figura 2 - Portadores de cargas cruzando uma determinada área A de um condutor



Fonte: Produzida pelo autor

3.2 Intensidade da corrente elétrica

A intensidade da corrente elétrica é a razão entre a quantidade de carga que cruza a área de seção transversal de um corpo e o intervalo de tempo em que isso ocorre, quando esse intervalo tende a zero podemos escrever:

Equação 1

$$i = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{dQ}{dt}$$

Se o fluxo é uniforme, então podemos escrever a corrente elétrica i como:

Equação 2

$$i = \frac{Q}{t}$$

- i - corrente elétrica
- ΔQ - variação de carga elétrica
- Δt - variação de tempo

3.3 Portadores de carga

As partículas carregadas cujo fluxo em uma direção definida constitui a corrente elétrica são chamadas de portadores de cargas. Em situação diferente, os portadores de cargas são diferentes.

Sólidos: Em condutores sólidos como metais os portadores de cargas são elétrons livres.

Líquidos: Em líquidos os portadores de cargas são íons positivos e negativos.

Gases: Em gases os portadores de cargas são íons positivos e elétrons livres.

3.4 Unidade de medida

Corrente elétrica é uma quantidade escalar. Sua unidade de medida no Sistema Internacional de Unidades (SI) é o *ampere* (A).

1 *Ampere* de corrente significa o fluxo de $6,25 \times 10^{18}$ *elétrons/seg* através de qualquer seção transversal do condutor.

$$1 \text{ Ampere} = 1A = 1 \text{ Coulomb/seg} = 1C/s$$

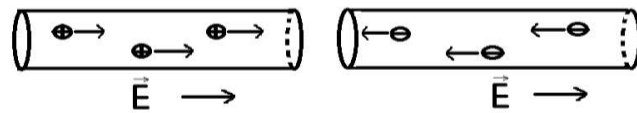
3.5 A causa da corrente elétrica

A corrente elétrica é causada por uma diferença de potencial elétrico (ddp) ou tensão elétrica. Podemos também explicar o aparecimento da corrente elétrica através do conceito de campo elétrico. Quando é estabelecido no interior do fio um campo elétrico faz surgir nos portadores de cargas uma força elétrica. Dessa forma, os portadores passam a se deslocar em um sentido preferencial, criando-se, então, a corrente elétrica no fio.

3.6 Sentido convencional da corrente elétrica

A direção convencional da corrente elétrica é tomada como a direção do fluxo de carga positiva, isto é, o campo é oposto à direção do fluxo de carga negativa como mostrado na figura abaixo.

FIGURA 3 - Sentido de movimento dos portadores de cargas



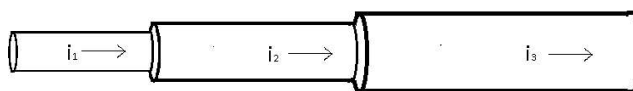
Fonte: Produzida pelo autor

OBS: A carga líquida em um condutor de corrente é zero.

3.7 Continuidade da corrente elétrica

Para um determinado condutor, a corrente não muda com a mudança na área de seção transversal, $i_1 = i_2 = i_3$.

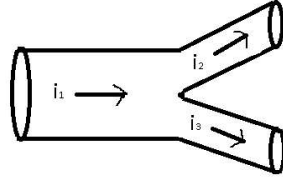
Figura 4 - Continuidade da corrente elétrica



Fonte: Produzida pelo autor

Como consequência, se no “caminho” da corrente elétrica ocorrer uma bifurcação, a soma das correntes nas derivações será igual à corrente total, isto é, àquela anterior à bifurcação, $i_1 = i_2 = i_3$. (Ver figura 5)

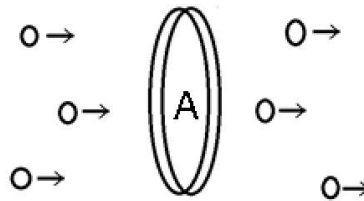
Figura 5 - Bifurcação em um condutor percorrido por uma corrente elétrica



Fonte: Produzida pelo autor

3.8 Corrente devido ao movimento de portadores de cargas

Figura 6 - Portadores de cargas atravessando determinada área



Fonte: Produzida pelo autor

Se n partículas cada uma com carga q passar através de uma determinada área em um tempo t , então:

Equação 3

$$i = \frac{nq}{t}$$

Se n partículas cada uma com uma carga q passar por segundo por unidade de área, a corrente associada à área transversal A é:

Equação 4

$$i = nqA$$

Se houver n partículas por unidade volume cada um tendo uma carga q e movendo-se com velocidade v , a corrente na seção transversal A é:

Equação 5

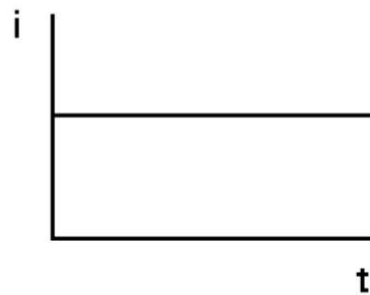
$$i = nqvA$$

3.9 Tipos de corrente

Continua(cc)

Uma corrente elétrica é contínua constante quando mantém intensidade e sentido constantes no decorrer do tempo. Seu gráfico $i \times t$ é um segmento de reta paralelo ao eixo dos tempos.

Figura 7 - Gráfico da corrente contínua e constante

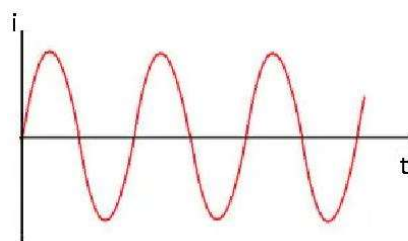


Fonte: Produzida pelo autor

Alternada(ca)

Denominamos de alternante ou alternada a corrente cujo sentido se inverte, em geral, periodicamente.

Figura 8 - Gráfico da corrente alternada



Fonte: Produzida pelo autor

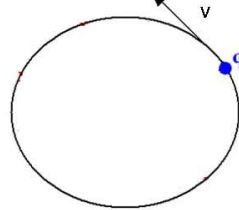
3.10 Corrente devido ao movimento rotativo de carga

Se uma carga de ponto q está se movendo em um círculo de raio r com velocidade v (frequência ν , velocidade angular ω e período de tempo T), em seguida, corrente correspondente

Equação 6

$$i = qv = \frac{q}{T} = \frac{qv}{2\pi r} = \frac{q\omega}{2\pi}$$

Figura 9 - Portador de carga em movimento circular

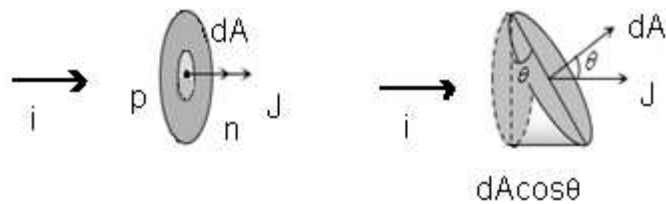


Fonte: Produzido pelo autor

3.11 Densidade de corrente

A densidade da corrente em qualquer ponto dentro de um condutor é definida como um vetor com magnitude igual à corrente por unidade de área ao redor daquele ponto. Lembre-se que a área é normal para a direção do fluxo de carga (ou passagem de corrente) através daquele ponto.

Figura 10 - vetor densidade de corrente



Fonte: Próprio autor

A densidade de corrente no ponto \$P\$ é dado por:

Equação 7

$$\vec{J} = \frac{di}{dA} \vec{n}$$

Se a área transversal não for normal à corrente, mas faça um ângulo \$\theta\$ com a direção da corrente, então:

Equação 8

$$J = \frac{di}{dA \cos \theta} \Rightarrow di = J dA \cos \theta = \vec{J} \cdot d\vec{A} \Rightarrow i = \int \vec{J} \cdot d\vec{A}$$

Se a densidade de corrente \$\vec{J}\$ for uniforme para uma seção transversal normal, em \$\vec{A}\$ então:

Equação 9

$$\vec{J} = \frac{i}{A}$$

A densidade de corrente \vec{J} é uma quantidade vetorial. Sua direção é a mesma de \vec{E} . Sua unidade S.I. é amp/m^2 e tem dimensão $[\text{L}^{-2}\text{A}]$.

Em caso de fluxo uniforme de carga através de uma seção transversal normal temos:

Equação 10

$$i = nqvA \Rightarrow J = \frac{i}{A} = nqv$$

A densidade de corrente relaciona-se com o campo elétrico da seguinte forma:

Equação 11

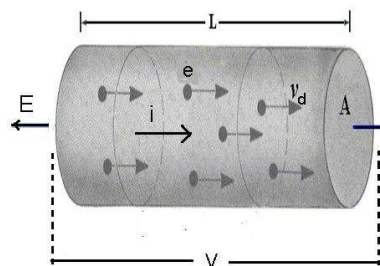
$$\vec{J} = \sigma \vec{E} = \frac{\vec{E}}{\rho};$$

onde σ = condutividade e ρ = resistividade ou resistência específica da substância.

3.12 Velocidade de deriva

Velocidade de deriva é a velocidade uniforme média adquirida por elétrons livres dentro de um metal pela aplicação de um campo elétrico que é responsável pela corrente através dele. A velocidade de deriva é muito pequena, sendo da ordem de 10^{-4} m/s em comparação com a velocidade térmica ($\approx 10^5 \text{ m/s}$) de elétrons à temperatura ambiente.

Figura 11 - Velocidade de deriva



Fonte: Produzido pelo autor

Para um condutor temos:

n = Número de elétrons por unidade de volume do condutor

A = Área de seção transversal

V = diferença potencial entre o condutor

E = campo elétrico dentro do condutor

i = corrente

J = densidade de corrente

ρ = resistência específica

σ = condutividade $\left(\sigma = \frac{1}{\rho}\right)$ então a corrente se relaciona com a velocidade de deriva como:

Equação 12

$$i = n \cdot e \cdot A \cdot V_d$$

também podemos escrever:

Equação 13

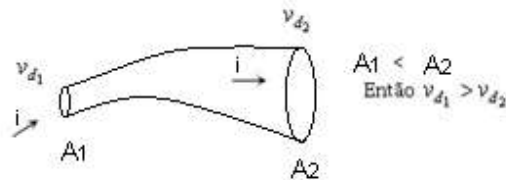
$$v_d = \frac{i}{neA} = \frac{J}{ne} = \frac{\sigma E}{ne} = \frac{E}{\rho ne} = \frac{V}{\rho l ne}.$$

A direção da velocidade de deriva para um elétron em um metal é oposta à do campo elétrico aplicado (*ou seja*, densidade de corrente \vec{J}).

$v_d \propto E$, quanto maior o campo elétrico, maior será a velocidade de deriva.

Quando um fluxo de corrente constante através de um condutor de velocidade de deriva transversal não uniforme varia inversamente com área de seção transversal $\left(v_d \propto \frac{1}{A}\right)$

Figura 12 - Condutor com diâmetro não constante



Fonte: Produzida pelo autor

Se diâmetro (d) de um condutor é dobrado a velocidade de deriva dos elétrons dentro dele não mudará.

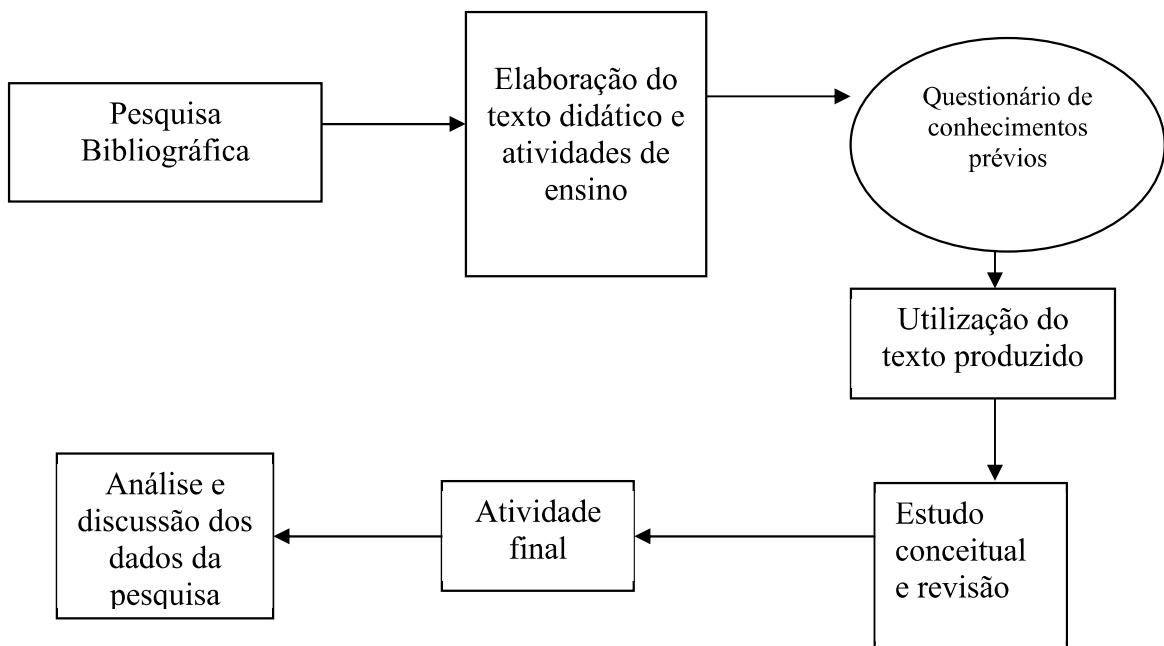
4. PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo, será apresentado o desenvolvimento da pesquisa, com destaques para as atividades didáticas, os objetivos delas e da pesquisa e quais instrumentos de coleta de dados foram utilizados.

4.1 Apresentando o decorrer da pesquisa

No esquema abaixo, encontra-se um quadro resumo do percurso seguido para a aplicação da estratégia de ensino.

Figura 13 – Percurso da pesquisa



Fonte: Produzida pelo autor

Nesse estudo, será adotada uma abordagem qualitativa. Serão observados os seguintes critérios:

- O processo desenvolvido, e não simplesmente o produto final;
- O pesquisador estará em contato direto com o local que está sendo investigado;
- Os dados coletados são, quase exclusivamente, descritivos;

- Serão levados em conta a variedade de pontos de vista.

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

1. Um questionário de conhecimentos prévios, contendo 3(três) questões, que serão apresentadas, na íntegra, e discutidas no próximo capítulo. Todos os questionamentos usados são de autoria própria. Como na SD seriam utilizados tópicos de HFC e a parte conceitual de corrente elétrica, fez-se necessário que na construção do questionário esses pontos fossem levados em conta, por esse motivo as questões buscaram acessar os conceitos que os participantes tinham formado ao longo de sua vida a respeito da e sobre a Ciência e da estrutura da matéria, assuntos esses, que são importantes e(ou) necessários possuir para que a aprendizagem de e sobre corrente elétrica seja facilitada.

Os dados colhidos por meio dessa atividade, que são os conhecimentos prévios, foram posteriores tomados como ponto de partida, para elaboração das próximas atividades, buscando com isso, uma melhor estruturação da SD.

O instrumento de coleta de dados utilizados, para isso, consiste nas próprias questões propostas. Para essa etapa foram disponibilizadas (2) horas-aulas.

2. Primeiro texto didático, usado como organizador prévio. O texto foi construído com o auxílio de uma extensa pesquisa bibliográfica sobre a evolução de e sobre eletricidade, em particular a corrente elétrica, seus principais contribuintes e o contexto em que estavam inseridos. Para o desenvolvimento do texto foram usados como ponto de partida os conhecimentos prévios identificados na atividade passada. A forma como o texto foi estruturado se deve a constatação por meio da análise das respostas colhidas no questionário (próximo capítulo) de uma visão distorcida sobre a Ciência, tendo como base para confrontação das ideias apresentadas pelos estudantes, os critérios atuais sobre o que é Ciência, que foram abordados no capítulo sobre HFC. Foram apresentados tópicos de HFC, através de episódios históricos selecionados, buscando-se um caminho para uma melhor compreensão de aspectos como: a Ciência é uma construção humana, mutável, não neutra, que não

segue à risca um método científico universal, entre outras coisas, que serão vistas nas discussões nas análises. O principal objetivo dessa atividade foi ajudar os estudantes a formarem uma concepção mais adequada sobre o que é (ou não) Ciência. Como instrumento de coleta de dados, foram elaboradas questões. Já na segunda parte, usamos (2) horas-aulas.

3. Segundo texto didático. O texto foi construído com o auxílio de uma extensa pesquisa bibliográfica sobre a corrente elétrica. Nele foi apresentado a parte conceitual específica sobre corrente elétrica. O objetivo dessa atividade foi destacar o modelo usado hoje para explicar os fenômenos elétricos, algumas lacunas de explicação do modelo, os motivos de outras teorias terem sido abandonadas e (ou) corrigidas e continua sendo abordado tópicos de HFC, que são as pontes entre o primeiro e segundo texto. A forma como o texto foi estruturado se deve a constatação por meio da análise das respostas colhidas no questionário (próximo capítulo) de uma visão distorcida sobre a estrutura da matéria, tendo como base para confrontação das ideias apresentadas pelos estudantes, o modelo atual de átomo. Como instrumento de coleta de dados nesta etapa temos as questões no fim da parte conceitual. Utilizamos (2) horas-aulas na terceira etapa.

4. Revisão do conteúdo. Foram utilizados os pontos percebidos pelo professor-pesquisador que geraram maiores dúvidas ou controvérsias durante as aulas. As discussões sobre a Ciência em sala de aula, as dúvidas e(ou) ideias persistentes que mostravam uma visão distorcida sobre o assunto, levaram que esse tema fosse alvo da revisão. Em relação à parte específica sobre corrente elétrica, os discente não demonstraram maiores dificuldades, por isso essa parte não entrou na revisão. O objetivo dessa atividade era a de consolidar as informações apresentadas antes que novas fossem expostas. Essa atividade não contém instrumentos de coletas de dados. Disponibilizamos (2) horas aulas.

5. Construção de mapa conceitual pelos alunos. O objetivo dessa atividade é servir como uma avaliação final. O objetivo dessa atividade é o de buscar informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. Para esse fim, o mapa conceitual se torna uma ferramenta importantíssima, pois possibilita ao professor observar os conceitos e as relações entre os conceitos do ponto de vista do aluno,

obtendo assim, uma fonte valiosa para avaliar não somente o participante, mais todo o processo de ensino e aprendizagem, desde o material utilizado até a sua postura como professor em frente a esse quadro. O instrumento de coleta de dados utilizado nessa atividade foi o próprio mapa conceitual confeccionado. Nessa última etapa, usamos (2) horas-aulas.

4.2 O contexto da pesquisa: a caracterização dos sujeitos e do local da pesquisa

Nesse tópico, serão apresentados os participantes da pesquisa e o contexto no qual se inserem.

A pesquisa foi realizada em uma escola da rede pública do Estado do Piauí, a mesma, é situada no centro do município de Campo Maior. Atualmente, ela conta com dois turnos: o matutino e vespertino. No que diz respeito à pesquisa, a aplicação da SD foi realizada em quatro turmas do 3º ano do ensino médio do turno vespertino. Em geral, as turmas possuem entre 25 e 29 alunos. Em média, os alunos tinham, por volta de 16 anos.

É importante ressaltar que essa pesquisa ocorreu em um momento de pandemia, as aulas estavam ocorrendo de forma remota. Muitos dos estudantes participantes não estavam acompanhando os trabalhos escolares não participavam das aulas, não interagem com o professor e não faziam a devolutiva das atividades propostas. Alguns alunos alegavam falta de acesso a internet, o que levou a uma preocupação de que a SD fosse a mais acessível possível, utilizando além de aulas expositivas dialogadas com o professor aplicador, textos bases que fossem possíveis de ser impressos, resgatados na escola e serem levados para casa, possibilitando a participação da maior quantidade de alunos possíveis, contudo, infelizmente não foi o caso.

A escola é locada na 5ª Gerencia Regional de Educação do Piauí. Possui 28 salas, TV, impressora, aparelho de som, aparelho de DVD, projetor multimídia, copiadora, uma biblioteca, laboratório de informática com acesso à internet. Devido à centralidade da escola, ela recebe alunos do bairro onde ela é situada, alunos oriundos de bairros vizinhos e alunos da zona rural.

5. ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo, serão analisados os dados coletados pelas atividades e práticas elaboradas no produto educacional. A análise segue a sequência das atividades propostas na metodologia.

Para que se mantenha o anonimato dos participantes da pesquisa (os alunos), será feita a seguinte renomeação, a saber: o primeiro aluno do diário escolar do professor do 3º ano A recebe o código A-1, o segundo, A-2, o terceiro, A-3 e de modo análogo nas turmas B, C e D.

5.1 A atividade inicial

A análise inicia-se pelo questionário de conhecimentos prévios. Dessa atividade inicial, participaram quarenta e três (43) estudantes das turmas de 3º ano. Verificou-se que as repostas encontradas entre os estudantes das turmas não apresentaram diferenças significativas. Em razão disso, não se percebeu a necessidade de realizar análises por turmas. Logo, foi feita uma análise detalhada das questões que compõem o questionário. A forma utilizada na primeira será repetida para as demais. Começaremos com a primeira questão, que é a seguinte:

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

Essa questão tem como objetivo, acessar informações na estrutura cognitiva a respeito de como se faz Ciência.

As repostas coletadas sobre os que os participantes entendem que é Ciência foram, depois de analisadas agrupadas. Esses agrupamentos seguiram o critério de semelhança, isto é, ideias semelhantes escritas de maneira distinta. Feito isso, observou-se três grupos, que foram renomeados, a saber, Método Científico Universal, A teoria é consequência da observação/experimento e Respostas confusas. Na tabela que segue abaixo, é mostrada a porcentagem, por categoria, de respostas dadas a pergunta acima.

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

Categoria	Quantidade de Alunos
Método Científico Universal	35
A teoria é consequência da observação/experimento	6
Respostas confusas	2
Total*	43

Fonte: Elaborada pelo autor

Agora, será explicado de maneira detalhada cada categoria de resposta apresentada, começaremos pela categoria com maior incidência e, assim, respectivamente.

Na primeira categoria, encontram-se as respostas que remetem a crença na existência de um Método Científico universal sendo um método que é válido em qualquer área das Ciências e basta segui-lo, à risca, e terá um resultado cientificamente seguro. Segue abaixo algumas respostas de exemplo:

Aluno B-10:

“As teorias seguem a linha de pensamento do Método Científico: Observação de fatos, Hipóteses→possível explicação dos fatos, Experimento Controlado→ uma réplica do fato, Teoria→comprovação através do experimento, reafirmação, Lei Científica→ a teoria é passada pelas comunidades científicas e bem vistas, amplamente aceita ou refutada”

Aluno D-5:

“Através do uso do método científico para a formulação de teoria e fórmulas”

Aluno A-3:

“Eles usam o método científico”

Como é percebido, temos alguns indícios que os participantes da turma ignoram a possível existência de fatores externos na produção científica, como a imaginação do cientista, a cultura em que ele está inserido, suas crenças e valores, entre outros.

Já na segunda categoria encontramos respostas que ligam linearmente a experimentação a teoria. Veja um exemplo abaixo:

Aluno D-1:

“Fazendo vários testes e experimentos até chegar a conclusões dessas teorias”

Aluno B-7:

“Fazendo vários experimentos e criando leis”

Parece haver no entendimento por parte dos participantes que a experimentação sempre leva a criação de teorias e que as teorias são sempre validadas pela experimentação. Esse pensamento está intimamente ligado a existência de um método universal ou um conjunto de etapas pré-definidas.

Na terceira categoria, encontram-se respostas confusas e(ou) sem sentido, observe os exemplos abaixo:

Aluno D-20:

“Sim”

Aluno A-13:

“De acordo com a velocidade seus conceitos e ‘formula’”

Os estudantes nessa categoria se manifestaram de maneira confusa, impossibilitando um entendimento do que se quis afirmar.

Passaremos, a partir de agora, para a descrição da segunda questão proposta, que é a seguinte:

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

Essa questão tem como objetivo acessar informações na estrutura cognitiva referentes ao assunto Eletricidade.

As respostas coletadas sobre os que os participantes entendem que é Eletricidade foram, depois de analisadas agrupadas. Esses agrupamentos seguiram o critério de semelhança, isto é, ideias semelhantes escritas de maneira distinta. Feito isso, observou-se três grupos, que foram renomeados, a saber, Carga elétrica, Aplicável e importante e Não responderam.

Na tabela que segue abaixo, é mostrada a porcentagem, por categoria, de respostas dadas à pergunta acima.

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

Categoria	Quantidade de Alunos
Carga elétrica	38 (84%)
Aplicável e importante	10 (12%)
Não responderam	2 (4%)
Total	50 (100%)

Fonte: Produzida pelo autor.

Na primeira categoria apresentada, encontram-se respostas que atribuíram de alguma forma uma relação entre a eletricidade e carga elétrica., conforme é possível perceber pelo exemplo abaixo:

Aluno D-10:

“Estuda o fenômeno das cargas elétricas e os efeitos que produzem”

Aluno B-7:

“Estuda a carga elétrica”

Aluno C-11:

“O movimento das cargas elétricas”

Do exposto, é possível notar que existe uma noção sobre a carga elétrica e que ela é objeto de estudo da Eletricidade, nota-se também que não são apresentadas informações mais específicas.

Na segunda categoria apresentada, encontram-se respostas de caráter mais geral, onde a eletricidade é observada por uma ótica de aplicabilidade e importância.

Aluno A-3:

“Possui uma extrema importância p/ a sociedade diariamente, e seu estudo é essencial”

Aluno B-20:

“É muito importante para nosso dia a dia”

Aluno D-14:

“É boa pois ajuda na criação de aparelhos elétricos que facilitam nossas vidas”

É possível perceber que os participantes compreendem a Eletricidade como algo importante pela sua aplicabilidade, mesmo conhecendo de maneira superficial esse ramo da Física. Por ser algo comum a vivência dos estudantes. É normal ela ser percebida por essa ótica, entendemos que é impossível pensar em sustentar uma sociedade, como a nossa, se não fossem os avanços advindos do estudo da Eletricidade.

Passaremos, a partir de agora, para a terceira questão proposta, que é a seguinte:

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

Essa questão tem como objetivo acessar informações na estrutura cognitiva referentes à estrutura da matéria.

As respostas coletadas sobre os que os participantes entendem que é Eletricidade foram, depois de analisadas agrupadas. Esses agrupamentos seguiram o critério de semelhança, isto é, ideias semelhantes escritas de maneira distinta. Feito isso, observou-se quatro grupos, que foram nomeados, a saber. As respostas coletadas sobre os que os participantes entendem que

é Eletricidade foram, depois de analisadas agrupadas. Esses agrupamentos seguiram o critério de semelhança, isto é, ideias semelhantes escritas de maneira distinta. Feito isso, observou-se três grupos, que foram renomeados, a saber, Átomos, tem massa e ocupa lugar, Símbolo e Não responderam.

Na tabela, que segue abaixo, é mostrada a porcentagem por categoria de respostas dadas à pergunta acima.

Tabela 3 – Categorias elaboradas com as respostas a terceira pergunta do questionário

Categoria	Quantidade de Alunos
Átomos	19 (38%)
Tem massa e ocupa lugar	16 (32%)
Símbolo	5 (8%)
Não responderam	10 (12%)
Total	50 (100%)

Fonte: Produzida pelo autor.

Nessa primeira categoria apresentada, encontram-se respostas que atribuíram o átomo como estrutura formadora da matéria, observe abaixo um exemplo de resposta:

Aluno B-7:

“De átomos”

Aluno C-19:

“A matéria é feita de átomos, e não, não seria ela a menor partícula, mas é dito que as coisas são compostas, existem vários tipos de átomos, os de carbono, hidrogênio, e assim ela se junta, misturam-se e formam elementos”

Alunos D-1:

“De átomos que é a menor parte da matéria”

Alguns alunos afirmam que o átomo forma a matéria. Mas, o seu conhecimento em relação ao mesmo é muito confuso e impreciso.

Na segunda categoria apresentada, encontram-se respostas que não procuraram descrever o que forma a matéria, somente apresentaram características relativas a mesma, como massa e espaço, sem detalhar tais conceitos. Veja abaixo um exemplo de resposta:

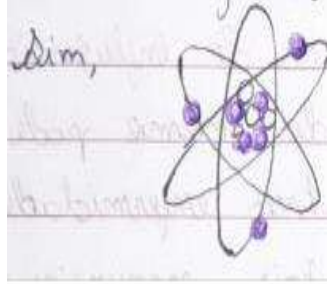
Aluno B-15:

“Sim, a matéria é tudo aquilo que tem massa e ocupa lugar no espaço”

Uma boa representação, mas, carente de aprofundamento.

Na terceira categoria apresentada, encontram-se resposta que se valeram de somente imagem, sem expressar que significado é dado para a mesma. Observe abaixo um exemplo de resposta dessa categoria:

Figura 14 - Exemplo de resposta dada a questão 4 do questionário.



Fonte: Arquivo pessoal

Essa categoria evidencia que esse não é um tema novo para o estudante, mas, está ainda muito vago.

5.2 Considerações relativas às ideias dos alunos observadas no questionário de conhecimentos prévios

A atividade inicial focou-se no mapeamento dos conhecimentos prévios dos participantes da estratégia de ensino. Esse ponto inicial é relevante para delinear as futuras atuações do professor-pesquisador. O questionário é centrado em duas áreas: uma sobre a NdC (questões 1 e 2) e outra, conceitual, especificamente sobre corrente elétrica (questão 3).

Tratando-se da NdC, foi possível observar, através das respostas coletadas, que todos os estudantes, em menor ou em maior grau, apresentaram concepções distorcidas, que já são apresentadas na literatura especializada no assunto, como, por exemplo: (1) o fato de acreditar que a Ciência é um conjunto de verdades absolutas a serem seguidas cegamente, que existe um Método Científico Universal; (2) a teoria é sempre consequência de um experimento/observação e (3) a Ciência e os pensamentos científicos são neutros.

Na nossa experiência como docentes, acreditamos que estes resultados não são tão surpreendentes, pois é sabido que aspectos intrínsecos a natureza do conhecimento científico, não são debatidos em sala de aula, e, quando são, acabam sendo de maneiras distantes dos elementos mais atuais da Epistemologia da Ciência, fortalecendo concepções empírico-indutivistas que deveriam ser problematizadas.

Em relação a parte conceitual, foi diagnosticado que grande parte dos estudantes possuem um certo conhecimento sobre o assunto. Entretanto, ele se mostrou rudimentar e existe pouca ou nenhuma interação entre os conceitos (subsunçores). Resumindo, encontramos muita generalidade e confusão entre os conceitos. Como, por exemplo, existem uma mistura muito acentuada entre o senso comum e o conhecimento científico. Os termos utilizados até são os mesmos usados no meio acadêmico. Porém, agora, seus significados são diferentes do adotado por esse meio.

Em relação aos alunos que não souberam ou não responderam às perguntas de ambas as partes. Nesta fase diagnóstica da pesquisa, foi escolhido pelo professor-pesquisador não atribuir juízo de valor para nenhuma falta de explicação, pois os indícios sobre motivos são poucos para levantar qualquer hipótese que tenha um peso razoável, por isso, elas não foram levadas em conta na apresentação das respostas.

Do exposto até o momento ficou claro a necessidade de que as próximas atividades fossem elaboradas com o intuito de enfraquecer as ideias distorcidas, criar e(ou) fortalecer conceitos mais adequados tanto em relação a própria Ciência como a Eletricidade.

5.3 A aplicação do texto didático

Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos por meio da aplicação do texto didático. Tais resultados são fruto das respostas dadas dos alunos às questões do texto, bem como do registro das observações do professor-pesquisador.

Dessa atividade, fizeram-se presentes e participaram quarenta e cinco (45) estudantes das turmas de 3º ano. Verificou-se que as repostas encontradas entre os estudantes das turmas não apresentaram diferenças significativas. Em razão disso, não se percebeu a necessidade de realizar análises por turmas.

Será feita uma análise detalhada das questões propostas, a forma utilizada na primeira será repetida para as demais. A primeira questão é a seguinte:

Questão 1 - Quais critérios você percebeu que eram utilizados para validar as explicações dadas?

Essa questão teve por objetivo identificar concepções à respeito do tratamento de informações na Ciência.

As respostas coletadas sobre os que os participantes entendem como a Ciência trata a informação foram, depois de analisadas agrupadas. Esses agrupamentos seguiram o critério de semelhança, isto é, ideias semelhantes escritas de maneira distinta. Feito isso, observou-se dois grupos, que foram renomeados, a saber, Método Científico e Sem categoria.

Na tabela, que segue abaixo, é mostrada a porcentagem por categoria de respostas dadas à pergunta acima.

Tabela 4 - Categorias elaboradas com as respostas a primeira pergunta do texto

Categoria	Quantidade de Alunos
Método Científico	43 (89%)
Sem categoria	2 (11%)
Total	45 (100%)

Fonte: Produzida pelo autor

Na primeira categoria apresentada, encontram-se respostas, que de certa forma, utilizaram elementos que hoje atribuímos ao método científico, para justificar suas afirmações. Observe abaixo alguns exemplos de respostas:

Aluno C-3:

“Critério de observar, criar hipóteses e realizar testes”

Aluno A-7:

“O primeiro deles era de diferir das ideias da mitologia, o segundo focar na ciência e buscar explicações plausíveis”

Através desses dados é possível afirmar que os estudantes reconhecem, de certa forma, que a Ciência em geral, tem uma forma própria de trabalhar, o que a difere de outras formas de explicar o universo como a mitologia e a religião.

Já na segunda categoria encontram-se respostas que não foram possíveis de categorizar, por serem confusas, segue, abaixo, um exemplo:

Aluno A-5:

“objetos”

Parece haver em alguns alunos uma certa confusão em relação ao assunto, que precisará ser retrabalhada, buscando sua resolução. Isso será feito no decorrer das atividades, quando cabível, e na etapa de revisão.

Começaremos agora a análise da segunda questão proposta, que é a seguinte:

Questão 2: Uma explicação dada sobre determinado fenômeno era mantida para sempre? Justifique.

Essa questão tem objetivo de identificar concepção a respeito da mutabilidade da Ciência. Na tabela que segue abaixo, é mostrada a porcentagem, por categoria, de respostas dadas à pergunta acima.

Tabela 5 - Categorias elaboradas com as respostas a segunda pergunta do texto

Categoria	Quantidade de Alunos
A Ciência é mutável	45 (100%)
Total	45 (100%)

Fonte: Produzida pelo próprio autor

Para essa pergunta, todos os alunos concordaram que a Ciência sofre mudanças, sejam elas abandonos, correções, complementos, entre outros. Claro que não encontramos aprofundamento em todas as respostas e, também, não estão corretos todos os fatores apresentados para justificar essas mudanças, fato esse, que também precisa ser levado para consolidação e aprofundamento no decorrer das atividades e na etapa de revisão. Vejamos alguns exemplos de respostas:

Aluno A-10:

“Não, de acordo com as condições da época de cada cientista ‘era’ refletidas nas teorias, cabe a próxima geração dar continuidade nos estudos a fim de concordar/confirma ou discordar, como ocorreu com Galvani que foi contrariado por Volta”

Aluno C-28:

“Não, poderia ser renovada, podia se completar com o passar dos anos, a Ciência está sempre evoluindo”

Aluno C-8:

“Com novas descobertas surgem novas leis”

As respostas acima nos dão indícios da existência, por parte dos estudantes, de uma evolução sobre na visão a esse aspecto da Ciência.

Passaremos agora para a terceira questão proposta, que é a seguinte:

Questão 3 - Essas explicações podem ser influenciadas por fatores como política, religião, ideologias, entre outros? Justifique.

Essa questão tem objetivo de identificar as concepções a respeito da influencia que a Ciência sofre de fatores externos. Na tabela que segue abaixo, é mostrada a porcentagem, por categoria, de respostas dadas à pergunta acima.

Tabela 6 - Categorias elaboradas com as respostas a terceira pergunta do texto

Categoria	Quantidade de Alunos
Sim	35 (78%)
Não	10 (22%)
Total	45 (100%)

Fonte: Produzida pelo autor

Nessa primeira categoria apresentada, encontram-se respostas, que demonstram a credulidade dos estudantes de que a Ciência sofre influência de fatores externos, seja ele ideológico, político, religioso, entre outros. Observe as respostas abaixo:

Aluno A-17:

“Sim, pois cada cientista tem sua vida e acredita em coisas diferentes, então com certeza irá interferir e será influenciado em suas pesquisas”

Aluno C-23:

“Sim, pois cada um tem sua religião e ideologia”

Aluno D-15:

“sim, cada um tem seu ponto de vista”

Esse grupo contém a grande maioria dos participantes, eles, não somente concordam, mas, expressam fatores corretos, que podem influenciar de alguma forma.

Na segunda categoria apresentada, encontram-se respostas, que demonstram a incredulidade de que a Ciência pode ser influenciada por fatores externos. Observe abaixo alguns exemplos:

Aluno A-20:

“Não, pois a Ciência é todo o conhecimento advindo do estudo comprovado e baseado em fatos e experimentos reais sem interferência do sobrenatural”

Aluno B-19:

“Não, elas só podem ser influenciadas por fatores físicos comprovados pela experiência”

Aluno D-20:

“Não, ela vem de experimentos e testes”

Nesse grupo encontra-se uma quantia razoável de estudantes, o que torna necessário uma nova explanação sobre o tema, que será, no decorrer das atividades quando cabível e na etapa da revisão. Esse tipo de resposta ainda remete a ideia de um Método Científico Universal.

5.4 Considerações relativas às ideias dos alunos observadas no questionário do texto didático

No texto, utilizou-se de tópicos de HFC como caminho para se discutir a NdC. Nele, procurou-se, abordar o pensamento em relação à natureza da eletricidade no decorrer do tempo, utilizando para isso, a contribuição de alguns pensadores e cientistas, apresentando concepções que foram válidas durante um período e que depois foram superadas ou corrigidas por teorias novas, concorrentes, por erros e influências externas nas explicações dadas. As questões propostas, no final, remetem aos pontos sobre a NdC apresentadas no questionário. Através da leitura e discussão do texto e a resolução das questões pretendeu-se chamar a atenção dos estudantes para os aspectos externos e internos sobre elementos constituintes da Ciência.

Destaca-se que ainda persistem conceitos a serem melhorados, por exemplo: imutabilidade, neutralidade, existência de um método universal. Mesmo que em menor grau, o que pode nos indicar a possível potencialidade do texto didático produzido para tal finalidade.

Acreditamos que a existência desse fato narrado, faz com que seja necessário a volta, sempre que possível, desses temas, para possibilitar que os estudantes tenham uma maior chance de mudar sua forma de pensar e entender a Ciência. Isso foi feito durante o decorrer das atividades e com maior ênfase na etapa da revisão, que foi dedicada exclusivamente para esses assuntos que estão defasados.

5.5 Estudos sobre a Corrente Elétrica

Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos por meio da aplicação das aulas conceituais sobre corrente elétrica. Tais resultados são fruto das respostas dadas dos alunos às questões propostas, bem como do registro das observações do professor-pesquisador.

Dessa atividade, participaram trinta e cinco (35) estudantes das turmas de 3º ano. Será feita uma análise detalhada das questões propostas, a forma utilizada na primeira será repetida para as demais. Começaremos com primeira questão, que é a seguinte:

Questão 1 - Considere os seguintes dispositivos elétricos comuns em nosso cotidiano: uma bateria de automóvel, uma lâmpada incandescente e uma lâmpada fluorescente. Nesta sequência, a corrente elétrica no interior de cada aparelho é constituída, exclusivamente, por movimento de:

- a) íons; elétrons; elétrons e íons.
- b) elétrons e íons; íons; elétrons.
- c) elétrons e íons; elétrons e íons; elétrons e íons.
- d) elétrons; elétrons; elétrons.
- e) íons; elétrons e íons; íons.

O objetivo dessa questão é observar como os estudantes compreendem a corrente elétrica em materiais sólidos, líquidos e gasosos. Na tabela que segue abaixo, é mostrada a porcentagem, por categoria, de respostas dadas à pergunta acima.

Tabela 7 - Resposta por alternativa a primeira questão sobre corrente elétrica

Categoria	Quantidade de Alunos
A	30 (86%)
B	5 (14%)
C	0
D	0
E	0
Total	35 (100%)

Fonte: Produzida pelo autor

Nessa questão os participantes demonstraram um entendimento adequado em relação aos tipos de portadores de carga que se movimentam em diferentes materiais, apenas uma pequena parte fez uma certa confusão entre condutores líquidos e gasosos, o que foi trabalhado durante a correção da atividade.

Passaremos a análise da segunda questão proposta, que é a seguinte:

Questão 2 - Em um relâmpago, a carga elétrica envolvida na descarga atmosférica é da ordem de 10 coulombs. Se o relâmpago dura cerca de 10^{-3} segundos, a corrente elétrica média, vale, em ampère:

- a) 10 A.
- b) 100 A.

- c) 1000 A.
- d) 10000 A.
- e) 100000 A.

O objetivo dessa questão é compreender como os estudantes interpretam a intensidade da corrente elétrica. Na tabela que segue abaixo, é mostrada a porcentagem, por categoria, de respostas dadas à pergunta acima.

Tabela 8 - Resposta por alternativa a segunda questão sobre corrente elétrica

Categoria	Quantidade de Alunos
A	0
B	0
C	0
D	33(95%)
E	2(5%)
Total	35(100%)

Fonte: Produzida pelo autor

Agora será explicado de maneira detalhada cada categoria de resposta apresentada, começaremos pela categoria com maior porcentagem e assim, respectivamente.

Nessa questão proposta todos os estudantes apresentaram um entendimento adequado sobre a intensidade da corrente elétrica, fazendo a correta relação entre variação de carga elétrica e intervalo de tempo. Os erros que foram observados são de origem matemática e não física.

Vamos passar agora a análise da terceira questão proposta, que é a seguinte:

Questão 3 - Existem cobertores que, em seu interior, são aquecidos eletricamente por meio de uma malha de fios metálicos nos quais é dissipada energia em razão da passagem de uma corrente elétrica. Esse efeito de aquecimento pela passagem de corrente elétrica, que se observa em fios metálicos, é conhecido como:

- a) efeito Joule.
- b) efeito luminoso.
- c) efeito químico.
- d) efeito magnético.
- e) efeito fisiológico.

O objetivo dessa questão é observar a compreensão a respeito dos efeitos provocados pela passagem de corrente elétrica.

Na tabela que segue abaixo, é mostrada a porcentagem, por categoria, de respostas dadas à pergunta acima.

Tabela 9 - Resposta por alternativa a terceira questão sobre corrente elétrica

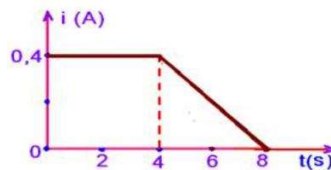
Categoria	Quantidade de Alunos
A	34 (97%)
B	0
C	0
D	0
E	1(3%)
Total	35(100%)

Fonte: Produzida pelo autor

Para essa questão, os participantes em sua maioria demonstraram saber a diferença entre os efeitos provocados pela passagem da corrente elétrica, e que esses, se devem a atuação direta da corrente elétrica sobre um condutor. O erro observado pode ser explicado pelo fato de o cobertor servir para que o corpo retenha calor, como o corpo é um ser vivo, ocorreu uma confusão entre efeito joule e fisiológico.

Vamos agora para a análise da quarta questão, que é a seguinte:

Questão 4- O gráfico mostra, em função do tempo t , o valor da corrente elétrica i através de um condutor.



Sendo Q a carga elétrica que circulou no intervalo de tempo de 0 a 4,0, a carga elétrica que circulou no intervalo de tempo de 4,0s a 8,0s foi:

- 0,25Q
- 0,8Q
- 0,50Q
- 2,4Q
- 4,0Q

Disponível em: Exercícios de vestibulares com resolução comentada sobre o conteúdo de eletrodinâmica Corrente Elétrica – Física e Vestibular (fisicaevestibular.com.br)

O objetivo dessa questão é compreender como os estudantes interpretam a área sob o gráfico da corrente elétrica em função do tempo.

Na tabela que segue abaixo, é mostrada a porcentagem, por categoria, de respostas dadas à pergunta acima.

Tabela 10 - Resposta por alternativa a quarta questão sobre corrente elétrica

Categoria	Quantidade de Alunos
A	0
B	2(5%)
C	30(86%)
D	3(9%)
E	0
Total	35(100%)

Fonte: Produzida pelo autor

Nessa questão proposta todos os estudantes usaram, adequadamente, o significado da área sob o gráfico para encontrar a resposta, oitenta e seis por cento da turma fez uma interpretação precisa do enunciado, realizando uma comparação entre as áreas, a outra parte, catorze por cento, não realizou essa comparação, chegando a uma conclusão errada.

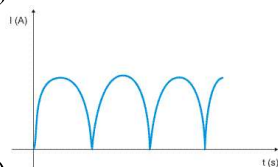
Passaremos agora para a quinta questão que é a seguinte:

Questão 5 - Nas linhas de distribuição de energia elétrica de alta voltagem, responsável pelo abastecimento das cidades, a corrente elétrica circula de forma alternada. Dos gráficos abaixo, o que melhor representa a situação em questão é:

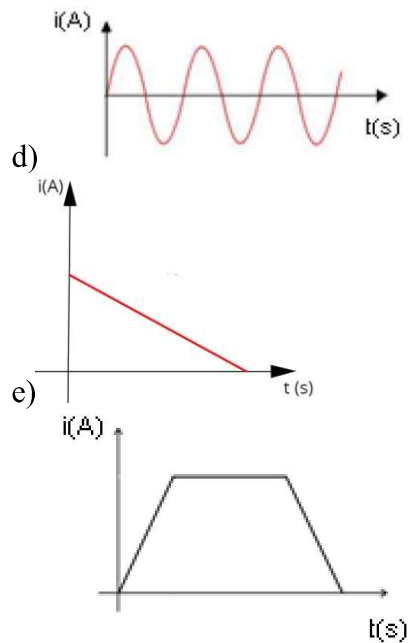
a)



b)



c)



O objetivo dessa questão é compreender o entendimento dos estudantes a respeito dos tipos de corrente elétrica.

Na tabela que segue abaixo, é mostrada a porcentagem, por categoria, de respostas dadas à pergunta acima.

Tabela 11 - Resposta por alternativa a quinta questão sobre corrente elétrica

Categoria	Quantidade de Alunos
A	0
B	2(6%)
C	32(92%)
D	0
E	1(2%)
Total	35(100%)

Fonte: Produzida pelo autor

Nessa questão noventa e dois por cento dos estudantes demonstraram compreender que para a corrente ser considerada alternada ela precisa inverter o sentido de movimento, oito por cento relacionaram a corrente alternada a variação da intensidade da corrente elétrica, problema esse que foi trabalhado na correção da atividade.

5.6 Considerações relativas às ideias dos alunos observadas no questionário dos estudos sobre a Corrente Elétrica

Nessa atividade buscou-se observar como os estudantes compreendem conceitos importantes sobre corrente elétrica, buscando aprofundar os mesmos.

Foi possível observar, nessa atividade, que a maioria de turma mostrou um domínio satisfatório do conteúdo. Os poucos desvios encontrados, não são todos de origem física e sim, de uma má interpretação ou erros matemáticos, o que nos permitiu concluir a usabilidade dos textos base produzidos para o ensino e aprendizagem de corrente elétrica.

5.7 Atividade de revisão

Nesta seção, será apresentado como ocorreu a atividade de revisão, quais materiais foram utilizados e a sua metodologia. Nessa atividade, fizeram-se presentes e participaram quarenta e cinco (45) estudantes das turmas de 3º ano.

A atividade consistiu em reutilizar uma questão já proposta em atividades anteriores, o que vai diferir é que não se faz necessário que os alunos a refaça novamente. A metodologia é bem simples, discutir a resposta apresentada, acrescentando, retirando, corrigindo-a ou substituindo-o e problematizando conceitos referentes a ela. As discussões vão se focar nos temas da NdC, no qual foi encontrado as maiores dificuldades no decorrer das atividades.

Cada aluno participante recebeu uma cópia com a pergunta e resposta selecionada, deixando um espaço em branco para que fosse possível transcrever a nova resposta construída durante a aula.

Vamos agora a análise, a questão escolhida é a seguinte:

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

Essa questão foi escolhida pois possibilita a discussão de inúmeros aspectos da NdC, enfatizando os aspectos propostos nesse trabalho. Abaixo, segue a resposta selecionada para ser analisada:

Aluno B-10:

“As teorias seguem a linha de pensamento do Método Científico: Observação de fatos, Hipóteses→possível explicação dos fatos, Experimento Controlado→ uma réplica do fato, Teoria→comprovação através do experimento, reafirmação, Lei Científica→ a teoria é passada pelas comunidades científicas e bem vistas, amplamente aceita ou refutada”

Na discussão acontecida, alguns pontos do texto didático foram retomados, como por exemplo: as descobertas feitas por acidente, as concepções que o cientista, como ser humano, carrega e pode ter influência nas suas análises a respeito de um tema e a forma que cada um trabalhava e a mudança que acontecia nas teorias com novas descobertas.

Depois de tudo isso, a resposta em questão foi corrigida e refeita, ficando da seguinte maneira:

Resposta construída – Essas teorias são construídas através de uma metodologia própria da Ciência. Nessa metodologia, estão contidas: a observação, levantamento de hipóteses, experimento, teoria, e criação de modelos; entretanto, não existe ‘o Método Científico’, a Ciência não tem um conjunto de regras que devem ser necessariamente seguidas e em uma ordem específica. Enfatizamos também que as teorias podem e devem ser revistas, a luz de novos dados, podendo ser alteradas ou abandonadas, ou seja, a Ciência não produz verdades absolutas, imutáveis e neutras.

Com isso, reafirmamos a não neutralidade, a não imutabilidade, a não existência de um Método Científico Universal e que a teoria não é consequência da observação/experimento e vice-versa.

5.8 Considerações a respeito da atividade de Revisão

Nosso arcabouço teórico sobre a aprendizagem, nos reforça a necessidade de um momento de revisão e sua importância está no fato de que nem todos os participantes vão adquirir um nível adequado de estabilidade de clareza nas ideias, logo no primeiro contato, tornando-se necessária essa etapa. Por último, que fique claro que a etapa de avaliação vai depender de cada grupo abordado, no nosso caso foi observado dificuldades em relação aos temas relacionados a NdC, em uma outra aplicação, esse ponto pode não ser observado.

5.9 Atividade final

Nesta seção, serão apresentados os resultados obtidos através do Mapa Conceitual construído.

Dessa atividade, participaram trinta (30) estudantes das turmas de 3º ano. Foi feita uma análise detalhada dos Mapas Conceituais. O objetivo dessa atividade é buscar informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno.

Começaremos trabalhando com os mapas conceituais sobre o tema corrente elétrica. Na tabela que segue abaixo é mostrada a porcentagem, por categoria criada, para análise dos trabalhos coletados.

Tabela 12 – Porcentagens referentes a diferenciação progressiva e reconciliação integrativa percebidos nos mapas conceituais

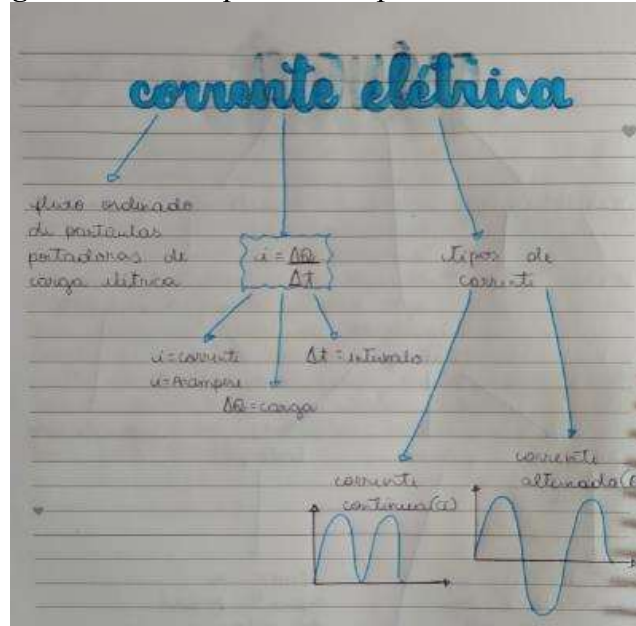
Categoria	Quantidade de Alunos
Diferenciação Progressiva	30 (100%)
Reconciliação Integrativa	2 (6%)
Total	-

Fonte: Produzida pelo autor

Agora, será explicado de maneira detalhada, cada categoria apresentada, começaremos pela categoria com maior porcentagem e assim, respectivamente.

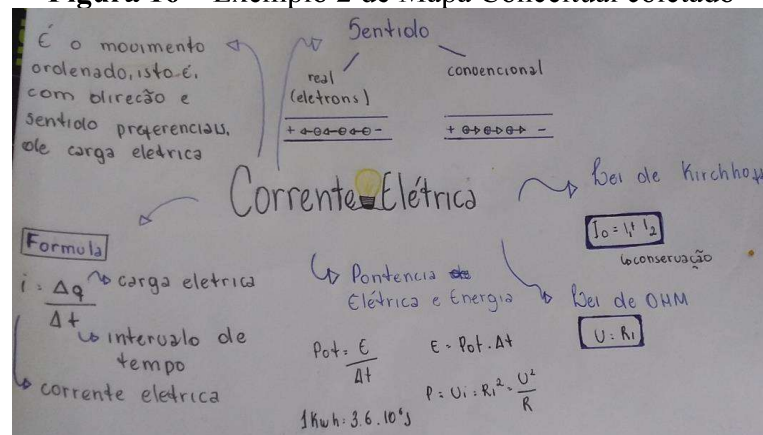
Na primeira categoria, encontram-se trabalhos nos quais é possível observar uma relação entre conceitos mais gerais e integrativos e os mais específicos e menos integrativos. Segue abaixo alguns exemplos:

Figura 15 – Exemplo 1 de Mapa Conceitual coletado



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 16 – Exemplo 2 de Mapa Conceitual coletado



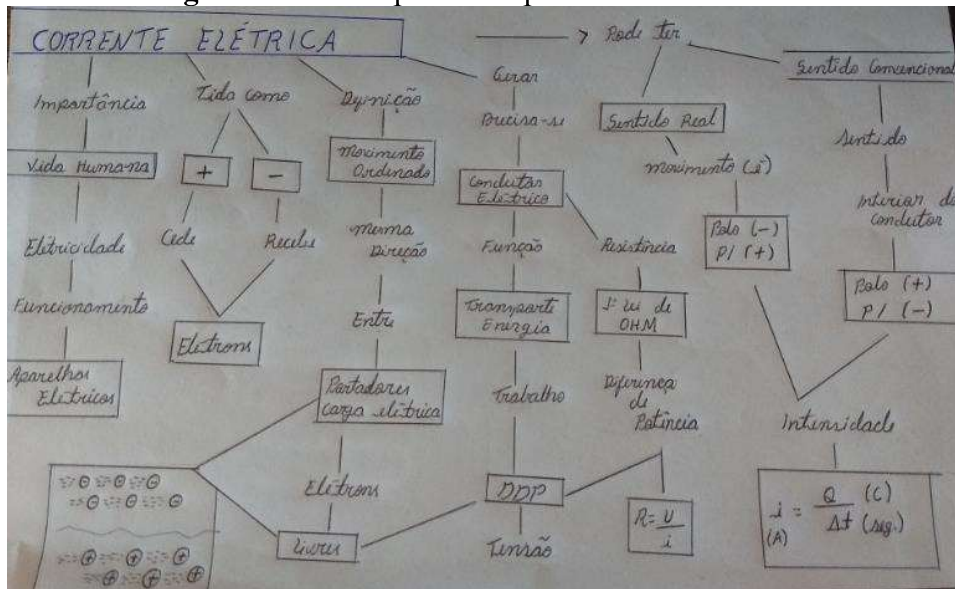
Fonte: Arquivo pessoal

Cada ramo apresentado é um indício da ocorrência da diferenciação progressiva, neles. É possível perceber o conceito principal, mais geral, que é corrente elétrica, sendo relacionado, a ele, conceitos secundários e mais específicos.

Em nenhum dos trabalhos coletados foi encontrado um mapa que contemplasse todo o conteúdo abordado em sala de aula, por exemplo, a análise gráfica não constou em nenhum mapa conceitual analisado e outras raramente aparecem como é a causa da corrente elétrica.

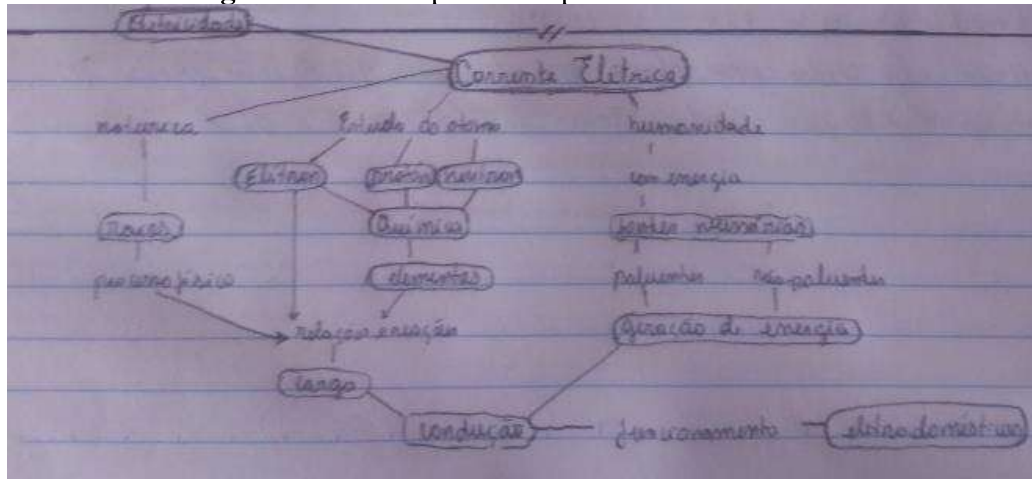
Na segunda categoria, encontram-se os trabalhos que além de conter a relação vista na primeira categoria, apresentou também, relação entre os conceitos mais específicos, segue abaixo alguns exemplos:

Figura 17 – Exemplo de Mapa Conceitual coletado



Fonte: Arquivo pessoal

Figura 18 – Exemplo de Mapa Conceitual coletado



Fonte: Arquivo pessoal

Como foi observado anteriormente, os alunos apresentam uma certa congruência na relação que eles atribuem entre os conceitos gerais e específicos, e nos casos apresentados acima, existe ainda, uma relação entre conceitos específicos.

5.10 Considerações a respeito da avaliação final

Destacam-se, nessa etapa, dois pontos importantes, o primeiro é que os erros apresentados eram pontuais e não sistemáticos, dito de outra forma, não eram sempre os mesmos e foram percebidos em poucas amostras. O segundo, é que os alunos das turmas participantes, tinham o costume de criar mapas mentais, e não mapas conceituais, sendo aquele, um recurso usado comumente por outros professores, o que pode ter gerado uma certa confusão no momento da confecção, fato esse que pode justificar ou, no mínimo, explicar em parte, a falta de relação entre os conceitos mais específicos, que seriam nosso indicador de diferenciação progressiva.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

Entende-se, com base na literatura consultada, que o uso de um formalismo puramente matemático e apresentação de conceitos de forma dogmática, que em muitos casos é dado ao ensino de Corrente Elétrica no ensino médio, acaba dificultando a discussão de concepções que os alunos tem do assunto abordado, bem como dificulta a compreensão de elementos da Natureza da Ciência.

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

Para tanto, partiu-se de estudos de episódios da História da Eletricidade, no caso específico, algumas controvérsias existentes sobre a natureza dos fenômenos elétricos. A partir desse estudo, foram montadas as atividades e práticas de ensino. Por exemplo, a primeira atividade, o questionário de conhecimentos prévios, teve como objetivo acessar os conhecimentos prévios dos estudantes a respeito dos temas em questão. A atividade logrou

êxito em sua aplicação, permitindo ao professor-pesquisador ter uma noção de como seus alunos pensam e, assim, preparar-se para, em um momento posterior, utilizar-se desses dados coletados. Vale salientar uma dificuldade encontrada na aplicação foi o fato dos estudantes ficarem muito preocupados em que suas respostas estivessem certas ou erradas, buscando as vezes, colar do colega ou não querer responder alguma questão.

A segunda atividade foi a aplicação do texto didático, que teve como objetivo apresentar aos estudantes o processo de desenvolvimento dos conceitos sobre Eletricidade. Nessa atividade foi possível ir de encontro as concepções equivocadas a respeito da NdC e da Eletricidade apresentadas pelos participantes. Com a leitura e discussão das questões propostas foi possível envolver os alunos em um momento onde foi possível desenvolver uma melhor compreensão da NdC. A dificuldade encontrada nessa etapa foi que o texto foi considerado extenso por parte dos alunos aliada a falta de leitura regular por parte dos mesmos.

A terceira atividade foi um conjunto de questões propostas sobre corrente elétrica, contendo tópicos importantes sobre o assunto, ela tem como objetivo possibilitar que os estudantes demonstrem por meio das respostas dadas, sua compreensão sobre o conteúdo. Durante a correção das questões foi possível orientar os participantes a adquirirem um hábito de leitura, para ajudar na interpretação além de auxiliar os estudantes com uma certa deficiência matemática em relação ao tema abordado. A dificuldade encontrada nessa etapa foi a pobreza matemática e uma interpretação de textos deficiente demonstrada pelos participantes.

A quarta atividade foi uma revisão do conteúdo, que teve como objetivo consolidar os conhecimentos antes que novos fossem apresentados. Foi observado durante as etapas da SD que os participantes alcançaram um nível adequado em relação a parte específica sobre corrente elétrica, o que levou o momento da revisão a focar em aspectos da NdC. Com mais essa oportunidade de discussão foi possível colocar em xeque concepções não paralelas as aceitas hoje sobre a Ciência e reforçar concepções amplamente aceitas pela comunidade acadêmica. A dificuldade encontrada nessa etapa é o curto período de tempo disponível para as aulas de Física e o total ou pouco conhecimento aos aspectos externos a Ciência, mas, que a influenciam.

A quinta atividade foi a confecção de mapas conceituais, com objetivo de buscar informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno. Dos mapas coletados observou-se em maior grau relações significativas entre conceitos mais gerais e os mais específicos e em menor grau relações significativas entre os conceitos específicos. A dificuldade encontrada nessa atividade

foi o fato de muitos dos participantes confundirem os mapas conceituais com mapas mentais, sendo que esse é um instrumento didático comum a eles e aquele foi apresentado para maioria pela primeira vez.

Do exposto é possível notar que houveram muitos problemas, sendo que não foram intransponíveis. As atividades propostas alcançaram com certo grau de satisfação seus objetivos pretendidos, sendo úteis para contribuir na formação dos estudantes.

Portanto, o presente trabalho se mostrou válido; observando-se, é claro, todas as dificuldades encontradas em uma nova proposta de ensino diferente das quais os alunos estão habituados e pelo ensino remoto em uma pandemia. Por fim, acreditamos na proposta de um material potencialmente significativo para o ensino e aprendizagem de Corrente Elétrica, baseado em elementos da História e Filosofia da Ciência, que mesmo com seus percalços da empreitada, mostrou-se uma boa ferramenta para discussão de conceitos de (e sobre) a Eletricidade. À guisa de fechamento desta etapa, reafirmamos que cada aplicação é uma realidade distinta, cabendo ao responsável por ela os devidos ajustes para que as atividades logrem êxito em cumprir seus objetivos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.J.P.M. de; SORPRESO, T.P. Dispositivo analítico para compreensão da leitura de diferentes tipos textuais: exemplos referentes à Física. **Pro-Posições**, v. 22, 1 (64), p. 83-95. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pp/v22n1/08>>. Acesso em: 23 Mar. 2020.

ANDRADE, C. R.; MAIA JR., M. S. Ensino da Física e o cotidiano: a percepção do aluno de licenciatura em Física da Universidade Federal de Sergipe. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 4, n. 4, p. 044401-1-044401-8, abr. 2008. Disponível em: <<http://www.scientiaplenu.org.br/ojs/index.php/sp/article/viewFile/610/268>>. Acesso em: 17 de outubro de 2020.

ASSIS, Aline; TEIXEIRA, Odete Pacubi Baiarl. Contribuições e dificuldades relativas à utilização de um texto paradidático em aulas de física. In: Sociedade Brasileira de Física, **Atas do IV Enpef**, Bauru - SP, 2009. Disponível em: <<http://recursostecbio.files.wordpress.com/2009/05/contribuicoes-e-dificuldades-relativas-a-utilizacao-de-um-texto-paradidatico-em-aulas-de-fisica.pdf>>. Acessado em: 28 de janeiro de 2020.

ASSOLINI, F. E. P. Leitura e formação inicial de professores: sentidos, memória e história a partir da perspectiva discursiva. **Pro-Posições**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 33-43, jan./abr. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pp/v22n1/04.pdf>>. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimento: Uma perspectiva cognitivista**. 1. ed. Lisboa: Paralelo Editora, 2003.

BEZERRA, D. P. et al. A evolução do ensino da Física: perspectiva docente. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 5, n. 9, p. 094401-1 - 094401-8, set. 2009. Disponível em: <<http://www.scientiaplenu.org.br/ojs/index.php/sp/article/viewFile/672/342>>. Acesso em: 17 dezembro de 2016.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. **Base Nacional Curricular Comum**. Brasília: 2018.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. **Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio**. Brasília: 2002.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

_____. Ministério da Educação. **Matriz de referência para o Enem 2009**. Brasília, 2009. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=841&Itemid>. Acesso em: 28 de julho de 2020.

_____. Ministério da Educação. **Novo Ensino Médio - Dúvidas**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=40361>>. Acesso em 17 de abril de 2020.

_____. **PCN + ensino médio**: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 24 de Fev. 2020.

_____. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Diário Oficial da União**, Brasília, 23 dez. 1996. p. 27833. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm>. Acesso em: 28 de julho 2020.

CASSIANI, S.; VON LINSINGEN, I.; GIRALDI, P. M. Histórias de leituras: produzindo sentidos sobre ciência e tecnologia. **Pro-Posições**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 59-70, jan./abr.2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pp/v22n1/06.pdf>>. Acesso em: 02 de dezembro de 2020.

CAVALCANTE, D. C. M. et al. A representação social construída por licenciandos acerca do curso de Física. **Scientia Plena**, Aracaju, v. 5, n. 8, p. 82702-1 - 82702-5, ago.2009. Disponível em: <<http://www.scientiaplenu.org.br/ojs/index.php/sp/article/view/642/304>>. Acesso em: 17 dezembro 2020.

CARVALHO, A. M. P; SASSERON, L. H. Abordagens histórico-filosóficas em sala de aula: questões e propostas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, p. 107-139, 2010.

GEHLEM, Simoni Tormöhlen; AUTH, Milton Antonio; AULER, Décio; PANSERA DE ARAÚJO, Maria Cristina; MALDANER, Otávio Aloisio. Freire e Vigotski no Contexto da Educação em Ciências: Aproximações e Distanciamentos. **Ensaio Pesquisa em educação em ciências**, v. 10, n. 2, p. 1 – 20, 2008. Disponível em <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/150>>. Acessado em: 21 de Janeiro de 2020.

GRIFFITHS, D. J. *Eletrodinâmica*. 3. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física, volume 1: mecânica*. 10 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos de física, volume 3: eletromagnetismo*. 10 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2014.

HEWITT, P. G. *Física conceitual*. 12. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

MONTEIRO, M. A. A.; TEIXEIRA, O. P. B. O ensino de Física nas séries iniciais do ensino fundamental: um estudo das influências das experiências docentes em sua prática em sala de

aula. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 7-25, mar. 2004. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID108/v9_n1_a2004.pdf>. Acesso em: 17 novembro 2020.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa**. Subsídios teóricos para o professor pesquisador no ensino de Ciências. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios6.pdf>> Acesso em 09 ago 2020.

MOREIRA, M. A. O que é afinal Aprendizagem Significativa? [S.l., s.n.], 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2020.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**. Brasília: Ed. UnB, 1999. p.130.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa Crítica**. 2010. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em: 25 de abril de 2020.

MOREIRA, M. A. **Uma abordagem cognitivista ao ensino da Física: a teoria de aprendizagem de David Ausubel como sistema de referência para a organização do ensino de ciências**. Porto Alegre, Ed. Da Universidade, UFRGS, 1983.

MOREIRA, M. A., MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa: A Teoria de David Ausubel**. 4ª reimp. São Paulo: Centauro, 2016.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, Marco A.; CABALLERO, M. C.; RODRÍGUEZ, M. L. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. 1997. **Acesso em**, v. 15, 2012.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. O livro didático de Ciências: problemas e soluções. **Ciência e Educação**. V.9, n.2, p.147-157, 2003.

MARTINS, A. F. P. História e Filosofia da Ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p.112-131, 2007.

MATTHEWS, M. R. *Science Teaching – The Role of History and Philosophy and Science*. New York, Routledge, 1994, p.28-79.

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

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência?. *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 32-46, jan | jun 2014

RODRIGUES, M. A. A leitura e a escrita de textos paradidáticos na formação do futuro professor de Física. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 21, n. 3, p. 765-781, 2015.

REIS, E. M.; LINHARES, M. P. Integrando o espaço virtual de aprendizagem “Eva” à formação de professores: estudo de caso sobre o currículo de Física no ensino médio. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 10, n. 2, p. 1-22, 2008. Disponível em: <<http://150.164.116.248/seer/index.php/ensaio/article/view/155/225>>. Acesso em: 17 novembro de 2020.

SILVA, B. V. C. Young fez, realmente, o experimento da fenda dupla? *Latin American Journal of Physics Education.*, v. 3, p. 280-287, 2009.

SILVA, B. V. C. Controvérsias sobre a natureza da luz: uma aplicação didática. Dissertação de Mestrado. Tese (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

SILVA, B. V. C. **O desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo referente à temática natureza da ciência na formação inicial de professores de física.** Dissertação de Doutorado. Tese (Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.

SILVA, B. V. C. Natureza da ciência, conteúdos metacientíficos e a sala de aula: implicações ao ensino de física. **Revista Ciências & Ideias ISSN: 2176-1477**, v. 11, n. 1, p. 234-248, 2020.

SINNECKER, J. P.; TORT, A. C.; RAPP, R. *Física 3B*. V. 1. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2010.

TEIXEIRA, P. M. M. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v9n2/03.pdf>>. Acesso em: 17 de novembro de 2016.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. 1989. Tese de doutorado apresentada ao Instituto de Física e à Faculdade de Educação da USP, Universidade de São Paulo, São Paulo.

APÊNDICE A – Produto Educacional



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA – MNPEF**

HELTON TOMPSON LIMA COSTA

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA DISCUSSÃO DE CONCEITOS DE E SOBRE A
CORRENTE ELÉTRICA NO ENSINO MÉDIO.

**TERESINA
2022**

HELTON TOMPSON LIMA COSTA

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA DISCUSSÃO DE CONCEITOS DE E SOBRE A
CORRENTE ELÉTRICA NO ENSINO MÉDIO.

Produto Educacional apresentado a Coordenação do
Curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino
de Física MNPEF - Polo 26, da Universidade Federal
do Piauí (UFPI) como requisito para obtenção do grau
de Mestre em Ensino de Física.

Orientador(a): Prof. Dr. Boniek Venceslau da Cruz
Silva

TERESINA
2022

1 APRESENTAÇÃO

Prezado professor(a), este material com título “**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM TÓPICOS DE HISTÓRIA E FILOSÓFIA DA CIÊNCIA COMO UM MATERIAL POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVO PARA O MELHOR ENTENDIMENTO DA N&C E ENSINO E APRENDIZAGEM DE CORRENTE ELÉTRICA**”, consiste no Produto Educacional (PE) resultado da pesquisa realizada para o Trabalho de Conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Piauí. A aplicação do mesmo é indicada para alunos da 3ª série do Ensino Médio.

2 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A Sequência Didática, contida nesse material, é norteada por uma abordagem histórico-filosófica da ciência, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, e, ela aborda conceitos referentes à Eletricidade, especificamente, sobre Corrente Elétrica.

Abaixo segue a SD em sua íntegra e todas as orientações para sua utilização.

INÍCIO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

2.1 Questionário de conhecimentos prévios

Introdução

Partindo do princípio de que os estudantes trazem consigo uma maneira própria de explicar o mundo ao seu redor, devemos de alguma forma buscar acesso a esses conhecimentos, pois conhecer o que os estudantes já conhecem nos permite uma melhor preparação no processo de ensinar e aprender.

Tempo estimado

1 aula (aproximadamente 50 min)

Objetivo

- Identificar os conhecimentos prévios;

- Organizar os conhecimentos prévios.

Orientações ao professor

Nessa aula deverá ser aplicado o questionário contido nessa SD, que deve ser respondido individualmente, pois temos como objetivo acessar, de forma individual, como o estudante entende e explica os problemas abordados. O professor deve orientar que sejam respondidas o máximo de questões possíveis, e isso, deve ser feito sem qualquer tipo de consulta a materiais externos, e ao final da atividade o material deve ser recolhido. Tudo que for observado nas respostas dos questionários pode e deve ser utilizado pelo professor para análise, buscando identificar e organizar os conhecimentos prévios observados, preparando-se assim para as próximas aulas.

Materiais

Questionário para análise e organização dos conhecimentos prévios apresentadas pelos alunos

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

Objetivo: Acessar informações na estrutura cognitiva a respeito de como se faz Ciência.

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

Objetivo: acessar informações na estrutura cognitiva referentes ao assunto Eletricidade.

3. Nos anos anteriores você já ouviu falar sobre os elementos químicos e de que eles são constituídos? Se a resposta for sim, desenhe e(ou) descreva em forma de palavras como você entende a composição da matéria, do que ela é feita?

Objetivo: acessar informações na estrutura cognitiva referentes a estrutura da matéria.

2.2 Situação inicial

Introdução

Por muitas vezes, nos livros didáticos e na própria fala do professor, não se nota a existência de um processo complexo no desenvolvimento dos conceitos científicos. É importante ao professor trazer à tona essa face da ciência para que o estudante tenha uma visão mais sólida a respeito da mesma e crie uma visão crítica e reflexiva a respeito do mundo.

Tempo estimado

2 aulas (aproximadamente 100 min)

Objetivos

- Analisar o processo de construção dos conceitos sobre Eletricidade.
- Discutir como a ciência, como produto humano, influencia e é influenciada por vários fatores.

Orientações ao professor

Deverá ser utilizado o texto didático no qual o estudante será apresentado a aspectos da construção dos conceitos sobre a Eletricidade. Esta atividade pode ser feita em grupo ou individualmente, o professor realizará a leitura e discussão do texto com a turma depois pedirá para que os mesmos respondam as questões propostas, que devem ser discutidas em sala.

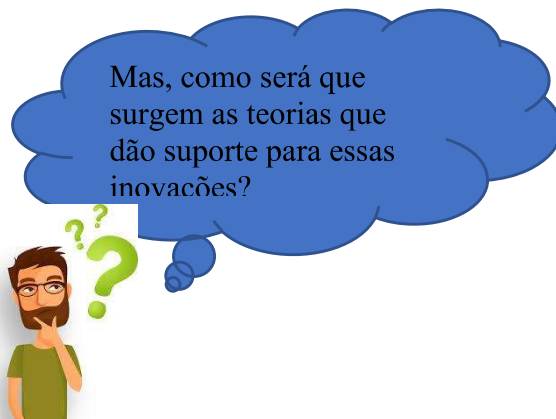
Materiais

Texto didático

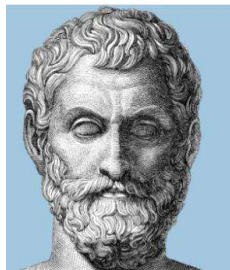
Sobre o processo de desenvolvimento dos conceitos relacionados a eletricidade, através das contribuições de alguns cientistas e pensadores

A eletricidade é algo tão comum a nós, está tão presente no nosso dia-a-dia, que acabamos por vezes não percebendo a sua importância. Relâmpagos, lâmpadas, computadores

e entre outras coisas, que são ou foram inovações, tem seu funcionamento explicado por teorias que muitos não fazem a mínima ideia de como surgiram.



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



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

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



Resina oriunda das árvores, conhecido como âmbar

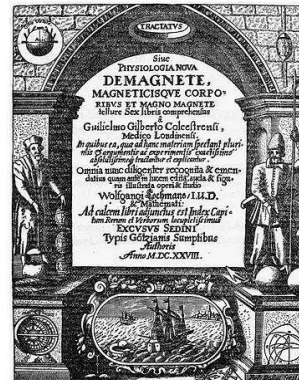


Será que os conhecimentos advindos da Ciência são produzidos em longos períodos de tempo ou surgem da noite para o dia?

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



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



Capa do tratado de Gilbert

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

Otto Von Guericke e seu gerador eletrostático.

Guericke foi cientista, inventor e político alemão.



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

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

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



Stephen Gray foi um físico e astrônomo amador inglês

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



Jean Théopille Desaguliers foi um filósofo natural francês.

Estes trabalhos experimentais foram importantes para o avanço do entendimento dos fenômenos elétricos e foram prosseguidos por Jean Théopille Desaguliers (1683-1744). Em

seus estudos ele nomeou as substâncias capazes de transportar a virtude elétrica, de condutores e as outras de isolantes, termos esses, usados até hoje.



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

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



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

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

Figura do o Abade Jean-Antoine Nollet



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



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

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



Pra que tanta violência

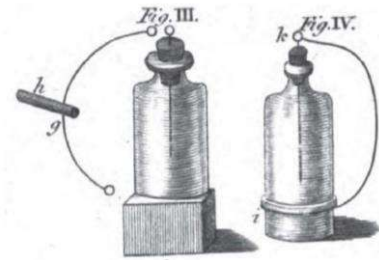
Von Kleist por não compreender o funcionamento da garrafa tocou-a certa vez e recebeu um tremendo choque. As vezes aparelhos elétricos são manuseados de forma imprudentes, admita, não vamos contar para ninguém, já fez algo do tipo?

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

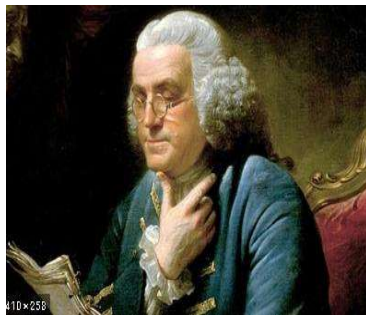


Von Musschenbroek

Garrafa de Leyden



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



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



Rapaz, cê é o bixão mesmo!

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



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

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

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



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

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



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

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

Mesmo com todos esses avanços e contribuições, vistos até agora, não se tinha um consenso sobre a natureza da eletricidade. Como já vimos anteriormente, existiam duas teorias concorrentes, a de um único fluido e a de dois fluidos, ambas tinham problemas para explicar

de forma adequada os fenômenos observados. Assim, houve uma divisão da comunidade científica, e isso, se manteve ainda por muitos anos, até o final do século XIX onde essa dúvida foi finalmente esclarecida.



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

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

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



Galvani usava corpos de sapos em seus experimentos.



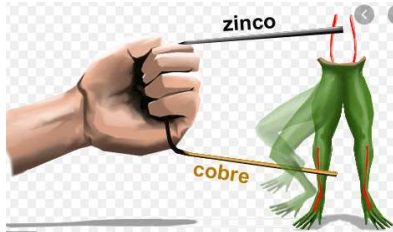
Curiosidade: Sabe a história de Frankenstein? Ela surgiu nessa época, possivelmente, baseadas nos experimentos com eletricidade realizados com corpos de prisioneiros mortos.

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

Galvani ficou muito contrariado com as falas de Volta, nas quais, desconstruía sua ideia de eletricidade animal. O que o levou a realizar uma nova série de experimentos mais rígidos.

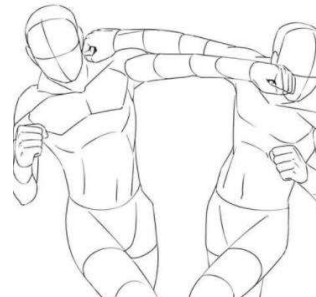
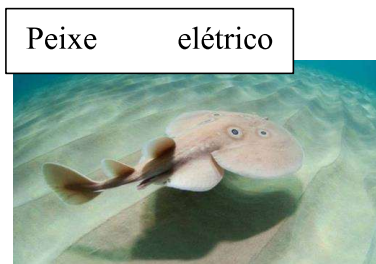
A confiança em seus resultados era tamanha, que chegou até a enviar uma cópia de seu artigo a Volta.

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



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

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



Ola o pau quebrando!

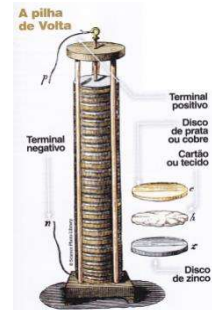
Você imaginava que ocorriam controvérsias (disputas) assim na Ciência?

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

Esquema de como era a pilha de volta.



Volta era jovem arrogante, mulherengo e adorava uma polemica.



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

Referências

BOSS, S. L. B.; SOUZA FILHO, M. P.; LISBOA-FILHO, P. N.; CALUZI, J. J.; PEREZ, J. R. B. Contribuições da história da ciência para o ensino do conceito de carga elétrica - os princípios de Du Fay para eletricidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XVIII., 2009, Vitória. Anais... Vitória: Sociedade Brasileira de Física, 2009b.

Cindra, J. L.; Teixeira, O. P. B. (2005). A evolução das ideias relacionadas aos fenômenos térmicos e elétricos: algumas similaridades. Cad. Bras. Ens. Fís., 22(3), 379-399.

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

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

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

Atividade do texto didático

1. Quais critérios você percebeu que eram utilizados para validar as explicações dadas?
2. Uma explicação dada sobre determinado fenômeno era mantida para sempre? Justifique.
3. Essas explicações podem ser influenciadas por fatores como política, religião, ideologias, entre outros? Justifique.

Objetivo: Essas questões tem o objetivo de direcionar e chamar a atenção dos alunos a características chave intrínsecas da Ciência.

2.3 Segunda situação

Introdução

Nessa parte vamos estudar a parte específica do conteúdo Corrente Elétrica, enfatizando sempre que necessário a história e filosofia da ciência.

Objetivo

Os objetivos estão apresentados separadamente em cada item.

Orientações ao professor

Diferente dos tópicos anteriores, esse, engloba várias partes, as mesmas estão descritas abaixo.

2.3.1 Um modelo para a corrente elétrica

Tempo Estimado

30 minutos

Objetivos

- Conhecer como ocorreu a descoberta dos átomos;

- Compreender a estrutura da matéria;
- Analisar o modelo atual que se utiliza para explicar a Corrente Elétrica.

Orientações ao Professor

Os alunos deverão assistir aos vídeos indicados. Depois disso, a aula seguirá de maneira expositiva dialogada, com o auxílio do texto “Um modelo explicativo para Corrente elétrica”.

Materiais

Vídeos

Três vídeos sobre o átomo (16:30 min)

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLfBIOKootY3nilHJIdQ0N40Hg5Hkwefn6>

Texto

Um modelo explicativo para Corrente elétrica

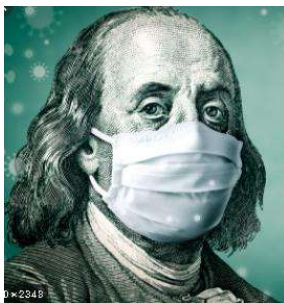
Nosso texto sobre história da Eletricidade descreveu que as duas teorias mais fortes para explicar a natureza dos fenômenos elétricos eram a de dois fluídos e fluído único, e também, informou que essa dúvida só foi sanada anos mais tarde. No vídeo que foi reproduzido, é possível perceber quando e como essas teorias perderam sua força. Com a descoberta do átomo, em meados do século XIX, uma nova teoria sobre eletricidade surgia, e tinha um enorme poder explicativo, ou seja, conseguia responder de maneira satisfatória problemas que as outras não tiveram êxito.

Vamos iniciar, agora, uma nova fase em nossos estudos, utilizando essa nova teoria, tentaremos explicar todos os problemas apresentados no texto e outros mais. Então, vamos lá!

Corrente elétrica é definida como o fluxo ordenado de partículas portadoras de carga elétrica ou o deslocamento de cargas dentro de um condutor, quando existe uma diferença de potencial elétrico entre as extremidades. Tal deslocamento procura restabelecer o equilíbrio desfeito pela ação de um campo elétrico ou outros meios (reações químicas, atrito, luz, etc.).

Microscopicamente, as cargas livres estão em movimento aleatório devido à agitação térmica. Apesar desse movimento desordenado, ao estabelecermos um campo elétrico na região das cargas, verifica-se um movimento ordenado que se apresenta superposto ao primeiro. Esse movimento recebe o nome de movimento de deriva das cargas livres.

Raios são exemplos de corrente elétrica, bem como o vento solar, porém a mais conhecida, provavelmente, é a do fluxo de elétrons através de um condutor elétrico, geralmente metálico.



Mesmo a teoria do fluído elétrico tendo sido descartada, a atribuição de Franklin sobre os raios serem fenômenos elétricos estava correta, sua interpretação sobre a natureza da eletricidade era que estava errada.

Dependendo do tipo do corpo os portadores de carga podem ser diferentes como visto abaixo.

Condutor Metálico: os portadores de carga são os elétrons livres (metais e grafite).

Condutor Líquido: os portadores de carga são os íons positivos e negativos (soluções eletrolíticas).

Condutor Gasoso: os portadores de cargas podem ser íons positivos, íons negativos e elétrons livres (gases ionizados).

Nota:

É possível haver corrente elétrica no vácuo, produzida não por portadores do meio, mas por portadores lançados no meio. É o caso por exemplo, de se provocar no vácuo uma rajada de elétrons (raios catódicos). É o que acontece nos tubos de imagem de televisão analógica (cinescópios) e nos osciloscópios catódicos.

2.3.2 Intensidade da corrente Elétrica

Tempo estimado

25 min

Objetivos

-Definir a forma de se mensurar a intensidade da corrente elétrica.

Orientações ao Professor

O professor poderá continuar com o uso do texto desse material para abordar a intensidade da corrente elétrica.

Materiais

Texto

Intensidade da corrente elétrica

No passado, no período apresentado no nosso texto sobre história da eletricidade, ainda não havia uma forma para quantificação da corrente elétrica, somente uma abordagem qualitativa a respeito desse fenômeno, que só nos informava se um efeito sentido era forte ou fraco. Essa abordagem, era feita utilizando o próprio corpo, olhavam o tamanho das faíscas que saiam de seus experimentos, usavam a língua para sentir os choques elétricos, entre outras formas (A galera era corajosa, não acha?).

Com o passar do tempo, formas mais eficientes e seguras de qualificar e quantificar as grandezas relacionadas a eletricidade foram elaboradas, nessa parte, vamos entender melhor como podemos imaginar o que significa medir a intensidade da corrente elétrica.

Considere uma seção S qualquer do condutor e suponha que uma pessoa observe, durante um intervalo de tempo Δt , a quantidade de carga que passa através dessa seção. Representemos por ΔQ essa quantidade de carga. Denomina-se intensidade da corrente i através da seção S a relação entre a quantidade de carga ΔQ e o intervalo de tempo Δt , então:

$$i = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

Observe que quanto maior for a quantidade de carga que passar através da seção, durante um certo tempo, maior será a intensidade da corrente naquela seção. Em outras palavras, a intensidade da corrente nos informa sobre a quantidade de carga que passa na seção por unidade de tempo.

No SI, a unidade de intensidade da corrente será C/s. Essa unidade é denominada ampère (A), em homenagem ao físico francês André-Marie Ampère.



André-Marie Ampère (1775-1836) foi um físico, filósofo, cientista e matemático francês que fez importantes contribuições para o estudo do Eletromagnetismo. Ele mostrou, dentre várias outras coisas, que dois fios quando atravessados por uma corrente elétrica exercem ações

Assim, temos:

$$1 \frac{\text{coulomb}}{\text{segundo}} = 1 \frac{\text{C}}{\text{s}} = 1 \text{ ampère} = 1 \text{ A}$$

Portanto, se em uma seção de um condutor tivermos uma corrente de 1 A, significa que, nessa seção, estará passando uma carga de 1 C durante 1 s.

Nota: A corrente elétrica é também chamada informalmente de *amperagem*. Embora seja um termo válido na linguagem coloquial, a maioria dos engenheiros eletricitas repudia o seu uso por confundir a grandeza física (corrente elétrica) com a unidade que a medirá (ampère). A corrente elétrica, designada por *i*, é o fluxo das cargas de condução dentro de um material. A intensidade da corrente é a taxa de transferência da carga, igual à carga transferida durante um intervalo infinitesimal (extremamente pequeno) dividida pelo tempo.

Método de medição

Para medir a corrente, pode-se utilizar um amperímetro. Apesar de prático, isto pode levar a uma interferência demasiada no objeto de medição, como por exemplo, desmontar uma parte de um circuito que não poderia ser desmontada. Como toda corrente produz um campo magnético associado, podemos tentar medir este campo para determinar a intensidade da corrente. O efeito Hall, a bobina de Rogowski e sensores podem ser de grande valia neste caso.

2.3.4 Sentido Convencional da Corrente Elétrica

Tempo estimado

(25 min)

Objetivos

- Compreender como se definiu historicamente o sentido da corrente elétrica;
- Compreender atômicamente o movimento dos portadores de carga.

Orientações ao Professor

Continuaremos a usar o texto desse material de forma expositiva dialogada.

Materiais

Texto

Sentido real e convencional da corrente elétrica

Lembra que Benjamin Franklin definiu o sentido da corrente elétrica como sendo o sentido do fluxo de cargas positivas. Naquele tempo, como já foi informado, nada se conhecia sobre a estrutura atômica. Não se imaginava que em condutores sólidos as cargas positivas estão fortemente ligadas aos núcleos dos átomos e, portanto, não pode haver fluxo macroscópico de cargas positivas em condutores sólidos. No entanto, quando a física subatômica estabeleceu esse fato, o conceito anterior já estava arraigado e era amplamente utilizado em cálculos e representações para análise de circuitos. Esse sentido continua a ser utilizado até os dias de hoje e é chamado **sentido convencional** da corrente.



É importante saber que essa convenção não causa qualquer problema, pois, com exceção de um fenômeno denominado efeito Hall, que será estudado em Eletromagnetismo, um fluxo de partículas com cargas positivas, num determinado sentido, sempre produz o mesmo efeito que produziria se as cargas dessas partículas fossem negativas e se deslocassem em sentido contrário.

Em qualquer tipo de condutor, este é o sentido contrário ao fluxo líquido das cargas negativas ou o sentido do campo elétrico estabelecido no condutor. Na prática qualquer corrente elétrica pode ser representada por um fluxo de portadores positivos sem que disso decorram erros de cálculo ou quaisquer problemas práticos.

O **sentido real** da corrente elétrica depende da natureza do condutor.

Como já foi discutido, a corrente elétrica não é exclusividade dos meios sólidos - ela pode ocorrer também nos gases e nos líquidos. Nos sólidos, as cargas cujo fluxo constitui a corrente real são os elétrons livres. Nos líquidos, os portadores de corrente são íons positivos e íons negativos. Nos gases, são íons positivos, íons negativos e elétrons livres. A corrente elétrica que se estabelece nos condutores eletrolíticos e nos condutores gasosos (como a que surge em uma lâmpada fluorescente) é denominada corrente iônica.

O **sentido real** é o sentido do movimento de deriva das cargas elétricas livres (portadores). Esse movimento se dá no sentido contrário ao do campo elétrico se os portadores forem negativos (caso dos condutores metálicos), e no mesmo sentido do campo, se os portadores forem positivos. Mas existem casos em que verificamos cargas se movimentando nos dois sentidos. Isso acontece quando o condutor apresenta os dois tipos de cargas livres (condutores iônicos, por exemplo).

Nesses casos, não são só os portadores de carga negativa que entram em movimento, mas também os portadores de carga positiva: os íons também entram em movimento. Por exemplo: se, numa solução iônica, são colocados dois eletrodos ligados a uma bateria, um eletrodo adquire carga positiva, e outro, carga negativa. Com isso, o movimento dos íons negativos e dos elétrons se dará no sentido do eletrodo positivo, enquanto o movimento dos íons positivos ocorrerá no sentido do eletrodo negativo.

O mesmo ocorre em meio gasoso, no caso dos gases ionizados. A intensidade i da corrente elétrica também é determinada pela mesma equação apresentada acima. A diferença é que, nesse caso, a quantidade de carga elétrica será dada pela soma de cargas positivas e negativas.

Nota: É importante saber, também, que salvo aviso prévio, a expressão “sentido da corrente” sempre se refere ao sentido convencional.

2.3.5 Classificação das correntes elétricas quanto a forma do gráfico $i \times t$

Tempo estimado
30 min

Objetivos

- Observar como a ciência, como produto humano, influencia e é influenciada por vários fatores.
- Analisar atômicamente o que é corrente contínua e alternada.

Orientações ao Professor

Nessa parte o professor deve explicar o que significa corrente contínua e alternada, utilizando o modelo atual e gráficos para melhor entendimento dos alunos. Depois dessa discussão, será exibido, se possível, um vídeo comentando a histórica disputa para se decidir qual tipo de corrente seria utilizada para levar energia as cidades, possibilitando assim explorar de forma mais enfática os tipos de interferência que sofrem o conhecimento científico.

Materiais

Texto

Classificação das correntes elétricas quanto a forma do gráfico $i \times t$

Hoje, a energia elétrica que sai das usinas é distribuída para os mais diversos lugares através de corrente alternada, fato esse, que nem sempre foi assim. Lembra da disputa entre Galvani e Volta sobre a existência ou não de uma eletricidade animal, ela é só uma de muitas que existiu no seio da comunidade científica. Mais uma vez a Eletricidade, em particular, a corrente elétrica, está no meio de um duelo entre duas mentes brilhantes, Nikola Tesla e Thomas Edson, já ouviu falar neles? Se não, pare com a preocupação, pois você será apresentado a essa disputa. O problema dessa vez, é a forma de como se deve ocorrer a transmissão da energia elétrica, Edson defende a corrente contínua e Tesla a alternada. Mas, antes de tudo isso, vamos aprender o que significam esses novos termos a respeito da corrente elétrica.

No gráfico $i \times t$, quando a corrente inverte seu sentido, convencionou-se considerá-la positiva em um sentido e negativa no sentido contrário. Quando usamos essa convenção, devemos chamar i de valor algébrico da corrente elétrica, em vez de intensidade.

Quanto à forma do gráfico $i \times t$, as correntes classificam-se em contínuas e alternadas. Vamos ver, a seguir, os casos mais comuns de corrente contínua e alternante.

Corrente contínua (CC)

Corrente contínua constante

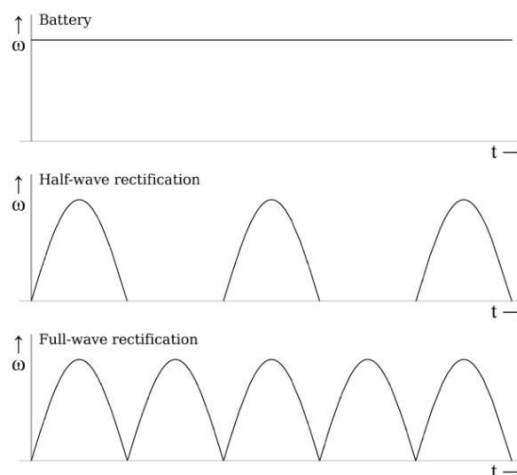
Uma corrente elétrica é contínua constante quando mantém intensidade e sentido constantes no decorrer do tempo. Seu gráfico $i \times t$ é um segmento de reta paralelo ao eixo dos tempos.

No caso de corrente contínua constante, sua intensidade média coincide com a intensidade instantânea.

Um bom exemplo de corrente elétrica contínua constante é a gerada por pilhas, na lâmpada de uma lanterna ligada.

Corrente contínua pulsante

Chamamos de contínua pulsante a corrente cuja intensidade passa, em geral periodicamente, por máximos e mínimos, embora tenha sentido constante.



Representação no gráfico $i \times t$ da corrente contínua

Nota: Esse tipo de corrente é gerado por baterias de automóveis ou de motos (6, 12 ou 24 V), pequenas baterias (geralmente de 9V), pilhas (1,2 V e 1,5 V), dínamos, células solares e fontes de alimentação de várias tecnologias, que retificam a corrente alternada para produzir corrente contínua.

Corrente alternada (CA)

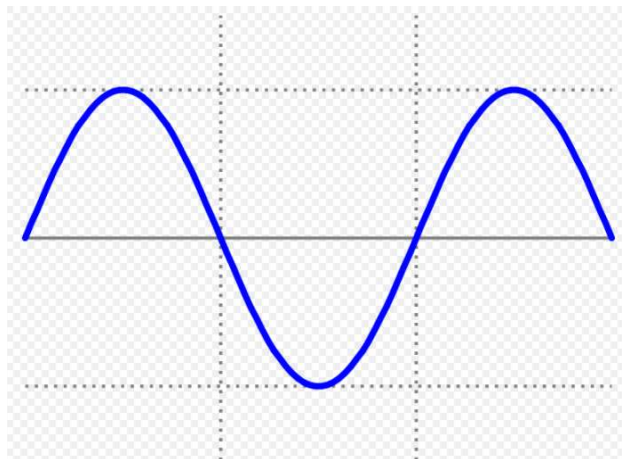
Denominamos de alternante ou alternada a corrente cujo sentido se inverte, em geral, periodicamente.

Observe que, em um condutor metálico percorrido por corrente contínua, o movimento ordenado dos elétrons livres ocorre sempre no mesmo sentido.

Caso o condutor seja percorrido por corrente alternante, esses elétrons simplesmente oscilam em torno de determinadas posições, executando movimentos de vaivém.

É alternada por exemplo a corrente que se estabelece em uma rede elétrica residencial quando algum aparelho é ligado a ela.

Nota: Na Eletrodinâmica, manteremos nossas atenções concentradas quase exclusivamente no estudo da corrente contínua constante.



Representação no gráfico *ixt* da corrente alternada

Frequência da rede elétrica

Provavelmente você tem a informação de que a rede elétrica no Brasil é de 60 Hz (sessenta hertz). Isso significa que uma variação completa de i , ou seja, um ciclo, dura 60s. Assim, ocorrem 60 ciclos em cada segundo. Dizemos, então, que a frequência da rede elétrica é igual a 60 ciclos/segundo ou 60 Hz.

Vídeo

<https://drive.google.com/file/d/1bWB4XfaMe2RIW1dJLDZuGyjlNcAbaPTF/view?usp=sharing>

2.3.6 Continuidade da corrente elétrica

Tempo estimado

10 min

Objetivos

-Analisar a continuidade da corrente elétrica em um circuito elétrico.

Orientações ao Professor:

Nessa aula deve ser discutido com os alunos o que significa a continuidade da corrente elétrica.

Materiais

Texto

Continuidade da corrente elétrica

Em um condutor a intensidade da corrente elétrica é a mesma em qualquer seção, ainda que ele tenha seção transversal variável. A isso damos o nome de continuidade da corrente elétrica.

Como consequência, se no “caminho” da corrente elétrica ocorrer uma bifurcação, a soma das correntes nas derivações será igual à corrente total, isto é, àquela anterior à bifurcação.

$$i = i_1 + i_2$$

2.3.7 Os efeitos provocados pela corrente elétrica

Tempo estimado

30 min

Objetivo

- Discutir os efeitos provocados pela corrente elétrica;
- Observar as aplicações desses efeitos;

Orientações ao professor

Nessa parte será discutido com os alunos os efeitos provocados pela passagem de corrente elétrica através de um corpo, aproveitando para enfatizar as aplicações, cuidados e perigos provenientes do manuseio de aparelhos alimentados por corrente elétrica.

Materiais

Os efeitos provocados pela corrente elétrica

Efeito térmico (Joule)

Qualquer condutor sofre um aquecimento ao ser percorrido por uma corrente elétrica. A nível molecular o aquecimento acontece por causa da colisão dos elétrons com os átomos do condutor, em que o momento é transferido ao átomo, aumentando a sua energia cinética. Podemos dizer, portanto, que, quando o elétron colide com os átomos, fazem com que os núcleos vibrem com maior intensidade. O grau de agitação molecular é chamado de temperatura, ou seja, quando os elétrons colidem, aumentam a energia cinética dos átomos, sua temperatura.

Vantagens

A corrente elétrica ao atravessar um condutor, provoca nele um aumento de temperatura. Este efeito é aproveitado em ferros de passar, aquecedores, soldadores elétricos, secador de mãos, fogões, fornos, iluminação, proteção de instalações elétricas (fusíveis e disjuntores), etc

Desvantagens

Em grande parte de aplicações da energia elétrica, a produção de calor correspondente a perdas e em algumas situações pode originar danos mais ou menos graves, nomeadamente quando se verifica um curto-circuito ou maus contatos. Daí há necessidade de utilizar condutores devidamente calibrados para a corrente que vão suportar, bem como prever as proteções e isolamentos convenientes.

Efeito luminoso

Fenômeno elétrico molecular que tem origem quando os gases ionizados emitem luz no momento em que são atravessados pela corrente elétrica. Isso acontece, por exemplo, com as lâmpadas fluorescentes, de vapor de mercúrio, de vapor de sódio, entre outras onde acontece a transformação direta de energia elétrica em energia luminosa.

Efeito magnético

Um condutor, percorrido por corrente elétrica, cria, na região próxima a ele, um campo magnético.

Efeito químico:

É quando algumas reações químicas são percorridas por correntes elétricas. É bastante comum nos processos de eletrodeposição, usado para revestir certos metais com uma camada de outro (como prata, ouro, cromo, cobre e níquel), a fim de proteger essa peça metálica contra a corrosão.

Efeito fisiológico

A passagem da corrente elétrica pelo corpo humano gera efeitos que dependem da intensidade da corrente. As correntes elétricas podem gerar desde pequenos formigamentos até a morte. A ação mais intensa no corpo é sobre nervos e músculos, gerando sensações de dor, comoção (choque) nos nervos motores e contrações musculares.

As instalações elétricas residenciais no Brasil fornecem diferenças de potencial (ddp) de 110 V ou 220 V, dependendo da região. Os choques gerados por essas ddps podem causar até mesmo morte se atingirem principalmente idosos, crianças e pessoas com problemas cardíacos.

Tabela 1- Efeitos provocados pela passagem de corrente elétrica pelo corpo humano

INTENSIDADE DA CORRENTE (A)	EFEITO FISIOLÓGICO
0,001 a 0,01	Pequenos formigamentos
0,01 a 0,1	Contrações musculares, dor, dificuldade para respirar, parada cardíaca.
0,1 a 0,2	Fibrilação ventricular
0,2 a 1	Parada cardíaca, parada cardiorrespiratória
1 a 10	Queimaduras graves, parada cardíaca e morte.

Disponível em: <https://www.preparaenem.com/fisica/efeitos-corrente-eletrica-sobre-corpo-humano.htm>

Nota: Algumas **cercas elétricas** residenciais produzem choques de 10 mil volts! Porém, elas não são mortais, pois a intensidade da corrente elétrica é extremamente baixa. O objetivo é fazer com que um possível invasor seja afugentado pela força do choque, mas que não fique grudado na cerca.

Algumas considerações

Atualmente, tomando como ponto de partida que os elétrons e os prótons são partículas materiais dotadas de carga elétrica, nós conseguimos explicar quase a totalidade dos fenômenos elétricos conhecidos. Apesar disso existe uma verdadeira lenda entre os leigos de que "não sabemos nada a respeito da eletricidade". Essa ideia é falsa, e é tremendamente prejudicial para

os principiantes, que passam a considerar a eletricidade como uma coisa um tanto misteriosa e um tanto perigosa. Não estamos querendo afirmar aqui que os físicos já sabem tudo a respeito da eletricidade. Não, porque há muitos e muitos fatos que ainda não foram explicados. Por exemplo, não sabemos até hoje porque os elétrons tem carga elétrica, porque os prótons tem carga elétrica, como a atração entre prótons e elétrons no átomo se combina com a atração gravitacional (devida às massas mecânicas deles), não sabemos explicar bem porque certas substâncias são condutoras quando a eletricidade passa num sentido e são isolantes quando a eletricidade passa em sentido oposto, e muitos outros fatos. Mas não é porque ignoramos muita coisa que vamos passar a olhar a eletricidade assim meio de esguelha, e não acreditar em fatos se passam diante de nós todos os dias. Em qualquer parte de qualquer ciência existem e sempre existirão muitos e muitos fatos que o homem não sabe explicar. E são exatamente esses fatos que puxam a ciência para a frente.

Questões Propostas

1. Considere os seguintes dispositivos elétricos comuns em nosso cotidiano: uma bateria de automóvel, uma lâmpada incandescente e uma lâmpada fluorescente. Nesta sequência, a corrente elétrica no interior de cada aparelho é constituída, exclusivamente, por movimento de:
 - f) íons; elétrons; elétrons e íons.
 - g) elétrons e íons; íons; elétrons.
 - h) elétrons e íons; elétrons e íons; elétrons e íons.
 - i) elétrons; elétrons; elétrons.
 - j) íons; elétrons e íons; íons.

Objetivo: observar como os estudantes compreendem a corrente elétrica em materiais sólidos, líquidos e gasosos.

2. Em um relâmpago, a carga elétrica envolvida na descarga atmosférica é da ordem de 10 coulombs. Se o relâmpago dura cerca de 10^{-3} segundos, a corrente elétrica média, vale, em ampère:
 - a) 10 A.

- b) 100 A.
- c) 1000 A.
- d) 10000 A.
- e) 100000 A.

Objetivo: Compreender como os estudantes interpretam a intensidade da corrente elétrica.

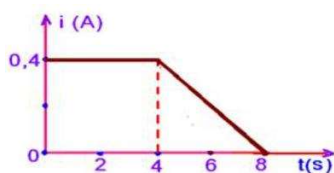
3. Existem cobertores que, em seu interior, são aquecidos eletricamente por meio de uma malha de fios metálicos nos quais é dissipada energia em razão da passagem de uma corrente elétrica.

Esse efeito de aquecimento pela passagem de corrente elétrica, que se observa em fios metálicos, é conhecido como:

- a) efeito Joule.
- b) efeito luminoso.
- c) efeito químico.
- d) efeito magnético.
- e) efeito fisiológico.

Objetivo: Observar a compreensão a respeito dos efeitos provocados pela passagem de corrente elétrica

4. O gráfico mostra, em função do tempo t , o valor da corrente elétrica i através de um condutor.



Sendo Q a carga elétrica que circulou no intervalo de tempo de 0 a 4,0, a carga elétrica que circulou no intervalo de tempo de 4,0s a 8,0s foi:

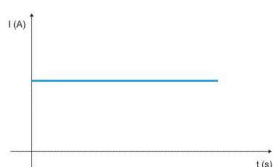
- a) 0,25Q
- b) 0,40Q
- c) 0,50Q
- d) 2,0Q
- e) 4,0Q

Disponível em: [Exercícios de vestibulares com resolução comentada sobre o conteúdo de eletrodinâmica Corrente Elétrica – Física e Vestibular \(fisicaevestibular.com.br\)](http://fisicaevestibular.com.br)

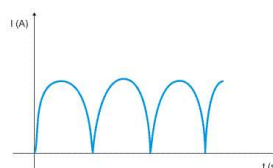
Objetivo: Compreender como os estudantes interpretam a área sob o gráfico da corrente elétrica em função do tempo.

5. Nas linhas de distribuição de energia elétrica de alta voltagem, responsável pelo abastecimento das cidades, a corrente elétrica circula de forma alternada. Dos gráficos abaixo, qual melhor representa a situação em questão?

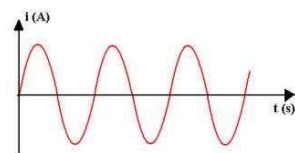
a)



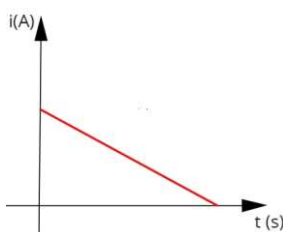
b)



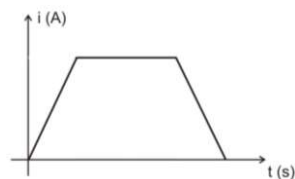
c)



d)



e)



Objetivo: Compreender o entendimento dos estudantes a respeito dos tipos de corrente elétrica

Gabarito: 1A; 2D; 3A; 4C e 5C

2.4 Revisão

Introdução

É necessário que se reveja o que foi apresentado, na busca de consolidar e(ou) corrigir algum problema identificado, para evitar que se propaguem conceitos errôneos ou deficientes.

Tempo estimado

2 aulas (100 min)

Objetivos

- Identificar possíveis erros;
- Consolidar o que foi estudado.

Orientações ao professor

Durante toda a etapa de aplicação da SD, o professor deverá coletar informações que o permitam identificar as deficiências dos alunos, isso pode ser feito pelos instrumentos de coleta de dados utilizados. Depois disso, deverá trabalhar para que essas deficiências sejam sanadas, reforçando e(ou) corrigindo o que for preciso durante as aulas e em particular nesse momento, que é dedicado exclusivamente para esse fim. É aconselhado para esse trabalho que se reutilize os materiais contidos no mesmo, reforçando conceitos aceitos hoje como corretos e desmontando conceitos que não estão de acordo.

Materiais

Os materiais que foram utilizados ao longo das aulas, não em sua integralidade, somente os que forem cabíveis para intervir nas deficiências observadas.

Nota: Para um melhor entendimento dessa etapa, leia a parte da análise de dados dessa dissertação, em particular, a etapa da revisão.

2.5 Avaliação somativa

Introdução

A avaliação busca qualificar o alcance de determinados objetivos de aprendizagem ao final de uma fase de aprendizagem.

Tempo estimado

2 aulas (100 min)

Objetivos

- Buscar informações sobre os significados e relações significativas entre conceitos-chave da matéria de ensino segundo o ponto de vista do aluno.

Orientações ao professor

Nessa parte final, os alunos deverão ser apresentados ao que é um Mapa Conceitual, depois disso, os mesmos deverão confeccionar, individualmente, o seu mapa, que servirá como um indicador de aprendizagem significativa.

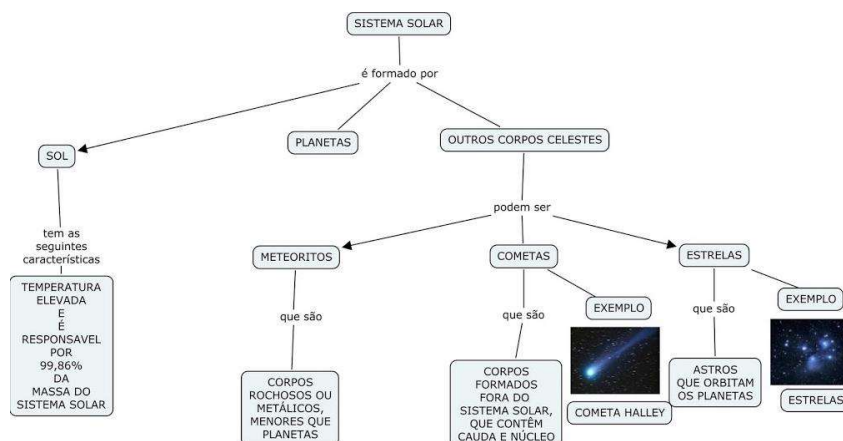
Materiais

O que é e como fazer um mapa conceitual

Existe uma brincadeira chamada “quem sou eu?”, na mesma, alguém coloca um cartão com a figura de algum personagem preso a testa, quem está com o cartão não sabe o seu personagem. O objetivo dessa brincadeira é que a pessoa escolhida adivinhe, através de dicas, quem está na carta. Vamos para um exemplo, supondo que a figura no cartão seja a do incrível Hulk, espera-se, para esse personagem dicas como herói, forte, verde, entre outras.

Semelhante a essa brincadeira apresentada, existe um recurso educacional chamado Mapa Conceitual, onde, um tema proposto, deve ser apresentado utilizando conceitos. Observe abaixo, um exemplo.

Mapa conceitual sobre o Sistema Solar

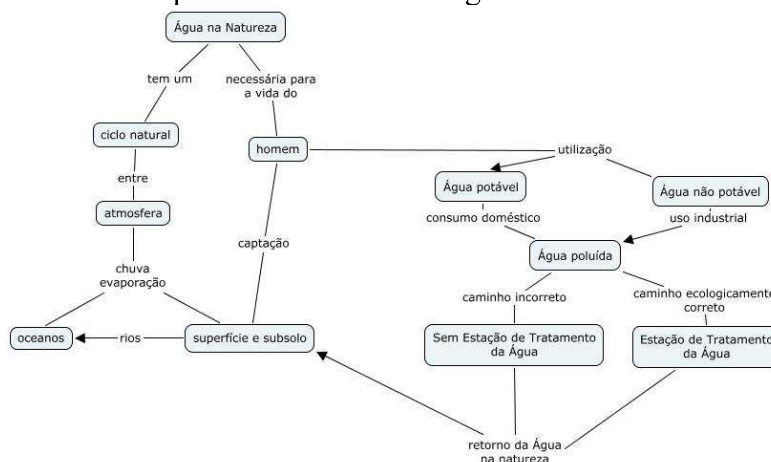


Disponível em:

<http://proavirtualg49.pbworks.com/w/page/18674216/Segunda%20Vers%C3%A3o%20do%20Mapa%20Conceitual>

Nesse exemplo, os conceitos sobre o tema Sistema Solar foram organizados de maneira bem específica, diferente da brincadeira ‘quem sou eu?’, em que as dicas poderiam ser apresentadas de qualquer maneira, no Mapa Conceitual, o conceito mais geral fica em destaque, no nosso caso, em cima, e os mais específicos em baixo, melhor dizendo, de uma forma hierárquica, além disso, para deixar claro como e quais conceitos se relacionam, foram usadas setas com uma palavra ou frase de ligação, se você seguir essas linhas, perceberá que elas apresentam uma informação lógica. Observe um outro exemplo.

Mapa conceitual sobre a água na natureza



Disponível em: <http://www.cp2.g12.br/blog/laben2/trabalhos-antiores/trabalhos-6%C2%B0-ano/mapas-conceituais/mapas-conceituais-605/>

Podemos ver, através desse exemplo, que os conceitos mais específicos, além de estarem ligados ao conceito mais geral, podem estar ligados entre si, e, essa ligação, sempre se dá de maneira lógica, lembra do que foi dito anteriormente, ela forma uma espécie de frase. Do exposto, fica claro, que um Mapa Conceitual, é um arranjo de conceitos relacionados entre si.

Por fim, apresentaremos agora, os pontos que devem ser observados no momento em que se deseja construir de um Mapa Conceitual, eles são os seguintes:

- Escolha de um tema;
- Escrever as ideias relevantes a respeito desse tema;
- Deixar claro quais as relações existentes entre essas ideias e o tema e, entre as próprias ideias, utilizando para isso as setas e as frases de ligação.

Esse tipo de ferramenta pode lhe auxiliar em vários momentos dos seus estudos, tais como: analisar textos, artigos, capítulos de livros, se testar em relação a algum conteúdo, organizar uma informação de uma maneira que lhe faça mais sentido, entre outros. O Mapa Conceitual é mais uma ferramenta para lhe auxiliar nos estudos, mãos à obra!

Referências

BOSS, S. L. B.; SOUZA FILHO, M. P.; LISBOA-FILHO, P. N.; CALUZI, J. J.; PEREZ, J. R. B. Contribuições da história da ciência para o ensino do conceito de carga elétrica - os princípios de Du Fay para eletricidade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, XVIII., 2009, Vitória. Anais... Vitória: Sociedade Brasileira de Física, 2009b.

Cindra, J. L.; Teixeira, O. P. B. (2005). A evolução das ideias relacionadas aos fenômenos térmicos e elétricos: algumas similaridades. Cad. Bras. Ens. Fís., 22(3), 379-399.

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

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

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

CHAIB, J. P. M. C.; ASSIS, A. K. T. Sobre os efeitos das correntes elétricas – Tradução comentada da primeira obra de Ampère sobre eletrodinâmica, Revista da SBHC, v. 5, n. 1, p. 85-102, 2007a.

MAGNAGHI, C. P.; ASSIS, A. K. T. Sobre a eletricidade excitada pelo simples contato entre substâncias condutoras de tipos diferentes – Uma tradução comentada do artigo de Volta de 1800 descrevendo sua invenção da pilha elétrica, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 25, p. 118- 140, 2008.

SILVA, C.; PIMENTEL, A. C. A. S. Benjamin Franklin e a história da eletricidade em livros didáticos. In: X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2007, Londrina. Atas do X EPEF. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2006.

SOUZA FILHO, M. P.; BOSS, S. L.; CALUZI, J. J. A eletricidade estática: os obstáculos epistemológicos, as concepções espontâneas, o conhecimento científico e a aprendizagem de conceitos. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2007, Florianópolis. Atas do V ENPEC. Florianópolis: Associação de Pesquisadores em Ensino de Ciências, 2007.

SOUZA FILHO, M. P.; BOSS, S. L.; CALUZI, J. J. Diferenças e semelhanças entre eletricidade e magnetismo: o diálogo histórico entre o erro e a verdade subsidiando o ensino de Física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, XI., 2008a, Curitiba. Anais... Curitiba: Sociedade Brasileira de Física, 2008a.

Eletricidade e Magnetismo (Básico): Nota histórica. E-Física, c2007. Disponível em: <http://fisica.if.usp.br/eletricidade/basico/fenomenos/nota_historica/>. Acesso em: 30 de jan. de 2021.