

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS (CCNE)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
E ENSINO DE FÍSICA (PPGEMEF)

Gilliane Höehr Clavé Baggio

**CONSTRUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UEPS: CONTRIBUIÇÕES
PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE
ELETRODINÂMICA**

Santa Maria, RS

2019

Gilliane Höehr Clavé Baggio

**CONSTRUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UEPS: CONTRIBUIÇÕES PARA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE ELETRODINÂMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação e Educação Matemática e Ensino de Física, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Ensino de Física**.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Isabel Krey Garcia

Santa Maria, RS
2019

BAGGIO, GILLIANE HÖEHR CLAVÉ
CONSTRUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UEPS: CONTRIBUIÇÕES PARA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE
ELETRODINÂMICA / GILLIANE HÖEHR CLAVÉ BAGGIO.- 2019.
1 p.; 30 cm

Orientadora: ISABEL KREY GARCIA
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de
Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, RS,
2019

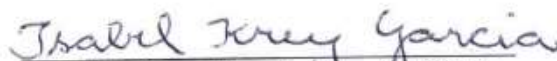
1. APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA 2. UEPS 3. ELETRODINÂMICA
4. EVOLUÇÃO CONCEITUAL 5. ENSINO DE FÍSICA I. KREY
GARCIA, ISABEL II. Título.

Gilliane Höehr Clavé Baggio


**CONSTRUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UEPS: CONTRIBUIÇÕES PARA
APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE ELETRODINÂMICA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do título de **Mestre em Ensino de Física**.

Aprovado em 09 de julho de 2019.


Isabel Krey Garcia, Dra. (UFSM)
(Presidente/Orientador)


Cristiane Muenchen, Dra. (UFSM)


Lisiane Barcellos Calheiro, Dra. (UFMS)

Santa Maria, RS
2019

DEDICATÓRIA

A minha família, meu esposo Filipe e ao nosso filho Francisco que está a caminho. Dedico também a minha tia Helena que infelizmente não está entre nós para presenciar esse momento, mas deixou seu exemplo de bondade, honestidade e afeto.

AGRADECIMENTOS

Deus, ser onipotente, que acredito e o coloco nas minhas orações, obrigado por me manter na fé nos momentos em que mais tive medo, principalmente do fracasso.

Meus pais, verdadeiros pilares em toda a minha formação como cidadã do mundo. Vocês me impulsionaram, desde meu nascimento, para enfrentar as adversidades dessa vida, enfrentar meus medos e angústias. Cada incentivo, principalmente nos meus estudos, me fez crer que eu era capaz e isso, me fez chegar até aqui. Jamais esquecerei as palavras do Seu Assis: “estude, minha filha, pois isso ninguém irá te tirar”. Mãe Araci e Pai Assis, meu muito obrigado! Poderia escrever minha dissertação inteira só com agradecimentos, mas não seria suficiente para expressar a gratidão por tudo o que vocês fizeram e fazem por mim.

Meu esposo, Filipe, meu companheiro de vida, meu eterno amor. Eu agradeço por todas as palavras de carinho e admiração que tens para com minha profissão. O teu incentivo foi fundamental para eu chegar até essa titulação. Tua compreensão, carinho, paciência e amor fizeram com que o caminho trilhado até aqui ficasse mais leve! Agradeço por estar comigo em todos os momentos e pelo apoio de todas as horas! Difícil encontrar palavras para agradecer por tudo.

Ao meu mais lindo e recente amor, gerado ainda no processo de desenvolvimento dessa dissertação, meu filho Francisco! Ainda não te tenho em meus braços, mas saibas que você também foi meu incentivo. Agradeço por ter me escolhido como mãe!

Aos amigos, de longa data e aos que se tornaram próximos a pouco tempo. A amizade e carinho de vocês foram primordiais para eu me manter segura nos passos certos que vão compondo o caminhar desse processo. Aqui, não vou citar nomes, pois cada um sabe do papel que desempenhou na minha formação pessoal e profissional.

Minha orientadora Isabel, minha inspiração profissional. Mesmo com problemas de saúde, jamais deixou de ter a preocupação de me auxiliar nesse processo. Tuas palavras de incentivo me fizeram crer no quão é linda a profissão docente e quão maravilhoso é ensinar física. Meu muito obrigada! És uma excelente profissional e pessoa!

Aos professores que participaram dessa jornada, tanto no ensino fundamental, médio, superior e pós-graduação. Muitos de vocês foram minha inspiração profissional e continuarão sendo por muitos anos. Lembro de cada um, com carinho, e os admiro pela coragem de serem professores que despertam a reflexão, que questionam e nos ensinam a ser os melhores.

Aos professores, Cristiane Muenchen, Lisiane Barcellos Calheiro, César de Oliveira Lobo, membros da banca. Agradeço as ricas contribuições e a disponibilidade de estarem presentes. Estou muito feliz e realizada de ter profissionais como vocês em minha banca de defesa e por terem participado do processo de construção da dissertação.

Aos familiares que compreenderam minhas ausências e minhas angústias.

Aos colegas do Grupo GPEACIM por todas as contribuições ao longo do meu processo de formação. Agradeço o apoio e incentivo de cada um!

À Escola de Educação Básica Augusto Ruschi, direção, supervisão, coordenação e professores pelo espaço escolar concedido para realização dessa pesquisa. Agradeço todo o carinho e acolhimento!

Aos alunos do 3º ano do ensino médio (2018) da referida escola. Agradeço a paciência e compreensão para implementação de toda a proposta. Aprendi muito e obtive um grande crescimento profissional.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação Matemática e Ensino de Física. O meu obrigada pela oportunidade nesse tão rico espaço de troca de saberes. Ao coordenador, Ricardo Fajardo por sempre dar o melhor de si para o funcionamento do programa. À secretária Débora, que sempre foi ágil e atenciosa nos esclarecimentos das dúvidas e nos mais diversos auxílios.

Agradeço a UFSM pela oportunidade da formação sólida.

A CAPES pelo incentivo financeiro.

RESUMO

CONSTRUÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DE UEPS: CONTRIBUIÇÕES PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE CONCEITOS DE ELETRODINÂMICA

AUTORA: Gilliane Höehr Clavé Baggio

ORIENTADORA: Isabel Krey Garcia

Este trabalho apresenta uma pesquisa a respeito da construção e implementação de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) e suas contribuições para aprendizagem significativa de conceitos de Eletrodinâmica. A pesquisa está fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica de Marco Antonio Moreira. Nesse contexto, procura-se compreender de que forma as UEPS contribuem na aprendizagem significativa desses conceitos de estudantes do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Santa Maria/RS. Para o desenvolvimento do trabalho foram elaboradas três UEPS buscando contemplar atividades diversificadas e relacionadas com o cotidiano dos alunos. Na primeira UEPS, os conceitos de tensão, corrente, resistência e lei de ohm foram abordados. Na segunda, abordou-se os conceitos de potência e energia elétrica bem como suas transformações. Na terceira UEPS os conceitos relacionados ao funcionamento de circuitos elétricos foram apresentados. Essas três Unidades de Ensino foram implementados de setembro a novembro de 2018 em duas turmas do terceiro ano. O objetivo principal dessa pesquisa foi identificar e analisar como a aplicação de UEPS contribui na aprendizagem significativa dos conceitos apresentados. A fim de alcançar o objetivo proposto, utilizamos os seguintes instrumentos de análise dos dados: entrevista para identificar os conhecimentos prévios dos alunos, questionário para busca de indícios de aprendizagem significativa e mapas conceituais construídos pelos alunos na primeira UEPS e ao final das atividades implementadas. Para tanto, utilizamos a análise de conteúdo, de acordo com Bardin (2011), no qual se caracteriza como um “conjunto de técnicas de análises das comunicações”. A partir da análise, obtivemos como resultados indícios de aprendizagem significativa dos principais conceitos envolvidos.

Palavras-Chave: Eletrodinâmica. Aprendizagem Significativa. Aprendizagem Significativa Crítica. Ensino de Física. Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS.

ABSTRACT

CONSTRUCTION AND IMPLEMENTATION OF PMTU: CONTRIBUTIONS FOR MEANINGFUL LEARNING OF ELECTRODYNAMIC CONCEPTS

AUTHOR: Gilliane Höehr Clavé Baggio

ADVISOR: Isabel Krey Garcia

This paper presents a research about the construction and implementation of Potentially Meaningful Teaching Units (PMTU) and their contributions for meaningful learning of electrodynamics concepts. The research is based on the Meaningful Learning of David Ausubel and Critical Meaningful Learning of Marco Antonio Moreira. In this sense, it is sought to understand in which way the PMTU contribute at meaningful learning these concepts on students of a third year of a Santa Maria's/RS public high school. To the development of this paper, it were elaborated three PMTU, in which it has been tried to cotemplate diversified activities and related to the students routine. In the first PMTU, the concepts of voltage and electric current, electrical resistance and the Ohm's law were approached. On the second, it has been approached the concepts of electric power and electric energy, and so its own transformations. In the third PMTU, the concepts related with the operation of electric circuits were presented. These three Teaching Units were implemented from September to November of 2018 in two classes of the third year. The main objective of this research was to identify how the application of PMTU can help in the Meaningful Teaching of presented subject concepts. To reach the objective, we used the following gathering data instruments: interview to identify the student's previous knowledge, a quiz to seek some indications of Meaningful Teaching and concept maps built by the students in their first PMTU and by the end of the implemented activities. To do that we used the content analysis, according to Bardin (2011), which is characterized as a set of communication analysis techniques. By doing this analysis, we reached indications of Meaningful Teaching of the main concepts involved.

Palavras-Chave: Electrodynamics. Meaningful Learning. Critical Meaningful Learning. Physics Teaching. Potentially Meaningful Teaching Units - PMT

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	4
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	5
3 TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE DAVID AUSUBEL (TAS) E UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS).....	6
3.1 Um breve relato sobre as teorias de aprendizagem.....	6
3.2 Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.....	7
3.2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica por Marco Antonio Moreira.....	8
3.3 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS).....	12
4 A REFORMULAÇÃO DO ENSINO MÉDIO E O TEMA ELETRICIDADE NO CONTEXTO ESCOLAR.....	15
5 DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM EVIDENCIADAS NA LITERATURA.....	18
6 PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS E METODOLÓGICOS.....	22
6.1 Metodologia de pesquisa.....	22
6.2 Caracterização do espaço (escolar) de pesquisa.....	24
6.3 Caracterização dos sujeitos de pesquisa.....	24
6.4 Metodologia de trabalho (aplicação em sala de aula).....	25
6.5 Proposta de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) – Ensino de Conceitos de Eletrodinâmica.....	27
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	52
8 CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS.....	82
REFERÊNCIAS.....	83
ANEXO A.....	86
ANEXO B.....	87
APÊNDICE A.....	89
APÊNDICE B.....	92
APÊNDICE C.....	93
APÊNDICE D.....	97

1 INTRODUÇÃO

O contexto atual do ensino de Física inspira cuidados, na medida em que se percebe uma desarticulação com o cotidiano dos alunos. O denominado modelo tradicional de ensino, ainda muito utilizado, caracteriza-se pelo papel passivo do estudante no processo de aprendizagem. Segundo Mizukami (1986):

[...]atribui-se ao sujeito um papel irrelevante na elaboração e aquisição do conhecimento. Ao indivíduo que está “adquirindo” conhecimento compete memorizar definições, enunciados de leis, sínteses e resumos que lhe são oferecidos no processo de educação formal a partir de um esquema atomístico. (Mizukami, 1986, p.11)

Sendo assim, esse modelo deve ceder espaço a outro com maior participação e autonomia por parte dos discentes. No texto apresentado pelas Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 2006) é preciso “*preparar o jovem para participar de uma sociedade complexa como a atual, que requer aprendizagem autônoma e contínua ao longo da vida [...]*.” (Brasil, 2006, p. 06)”

Nesse novo modelo, o professor deixa de ser um mero transmissor de conhecimento e passa a ser mediador no processo de ensino-aprendizagem, na qual alunos participam ativamente na formulação e reformulação de saberes. Na preparação do sujeito autônomo como proposto, o docente deve buscar recursos didáticos que auxiliem o aluno na construção do seu conhecimento.

Dessa forma, utilizamos como Referencial Teórico a Teoria de Aprendizagem Significativa de David Ausubel, a qual tem como característica principal considerar o conhecimento prévio do aprendiz e sua influência na construção de novos conhecimentos, no sentido de favorecer esse tipo de aprendizagem. Rezende e Ostermann (2005) realizaram um estudo, dividido por etapas. Em uma dessas etapas os autores efetuaram a caracterização da temática “Ensino-Aprendizagem de Física” segundo a pesquisa. Nessa caracterização destaca-se que o “*levantamento de concepções prévias dos estudantes é amplamente aceito como ponto de partida das estratégias de ensino, o que mostra a influência da perspectiva construtivista e do movimento das concepções alternativas*” (Rezende e Ostermann, 2005, p. 328). Ainda, Ausubel se preocupa com mecanismos internos da mente e “*vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual nas quais elementos mais específicos estão ligados a conceitos mais gerais, mais inclusivos*” (Moreira, 2011 p.17 e p.18).

Dessa forma, o problema de pesquisa proposto: De que forma a implementação de UEPS contribui na aprendizagem significativa de conceitos de Eletrodinâmica de estudantes do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Santa Maria/RS?

A fim de contextualizar a pesquisa, escolhemos o assunto da eletrodinâmica pela justificativa de ser um conteúdo que está contemplado nos documentos oficiais que regem o ensino brasileiro (PCNEM e BNCC). Além disso, o assunto escolhido está presente nas mais diversificadas tecnologias presentes nas residências de todas as classes sociais. Todos os conceitos envolvidos fazem parte do vocabulário cotidiano dos estudantes.

A escolha da Escola Estadual de Educação Básica Augusto Ruschi para realização dessa pesquisa, justifica-se por, ainda em 2012, ter realizado o Estágio Supervisionado em uma turma de 2º ano do ensino médio. Conforme grade curricular do curso de licenciatura em Física da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), a obrigatoriedade de permanecer em sala de aula é de 1 (um) semestre. Porém optou-se por acompanhar a turma durante todo o ano letivo. Essa opção proporcionou maior conhecimento e reflexão a respeito do planejamento e ações em sala de aula. Além disso, com a professora regente da turma desta escola, desenvolveu-se um trabalho no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) entre os anos de 2012 a 2015, com alunos do 1º ano. Desta forma, optou-se por desenvolver o trabalho dessa pesquisa no âmbito do mestrado com alunos do 3º ano.

Após estudo do Referencial Teórico utilizado e da Revisão Bibliográfica, elaborou-se três Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) com o objetivo principal de identificar e analisar como a aplicação de UEPS contribui na aprendizagem significativa de conceitos de Eletrodinâmica de estudantes do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Santa Maria/RS.

A partir do objetivo proposto, elencamos a seguir os objetivos específicos:

- Realizar levantamentos dos conhecimentos prévios das concepções dos alunos sobre Eletrodinâmica;
- Construir três UEPS com recursos diversificados sobre Eletrodinâmica;
- Verificar indícios de aprendizagem significativa dos conceitos trabalhados com os estudantes.

Quanto aos procedimentos técnicos, adotou-se o estudo de caso e para realização da etapa de análise de dados, utilizou-se a análise de conteúdo, conforme descrita na seção 6. Na seção 6.2 a 6.4 discorre-se como foi a apresentação na escola e com os alunos, bem como a implementação das UEPS. Após, na seção 6.5, apresentamos detalhadamente as propostas das três UEPS com todos os passos e atividades utilizadas.

Na seção 7, apresenta-se os resultados e discussões que auxiliaram a presente pesquisa a responder ao problema de pesquisa proposto: De que forma a implementação de UEPS contribui na aprendizagem significativa de conceitos de Eletrodinâmica de estudantes do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública da cidade de Santa Maria/RS?

Por fim, na seção 8, as considerações e perspectivas referentes à essa dissertação, são explicitadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Após a escolha do tema, consideramos pertinente efetuar a revisão bibliográfica, a fim de auxiliar no planejamento e implementação das atividades, no qual contemplou os principais periódicos e eventos da área de ensino de física e ciências, educação em ciências e aprendizagem significativa. A escolha dos periódicos prevaleceu como critério a avaliação com Qualis A1 e A2 da Capes: Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências (RBPEC), Revista Ensaio - Pesquisa em Educação de Ciências (EPEC), Revista Investigação em Ensino de Ciências (IENCI), Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF) e Ensenanza de las Ciéncias. Os eventos foram, escolhidos pela relevância na área desta pesquisa: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF) e Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa (ENAS). A periodicidade para efetuar essa revisão abrangeu os anos de 2012 à 2017. Para realização dessa pesquisa utilizou-se as seguintes palavras-chave: eletricidade, eletrodinâmica, unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS) e aprendizagem significativa. Para tanto, selecionou-se trabalhos tanto que possuísem palavras no título quanto no resumo. Essa etapa foi realizada no segundo semestre de 2017, ou seja, no semestre de ingresso no programa de pós-graduação. A fim de facilitar a apresentação da revisão, organizou-se os trabalhos no formato de um quadro, no qual encontra-se no Apêndice A.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Um breve relato sobre as teorias de aprendizagem

Conforme descreve Moreira (2011), em seu livro intitulado Teorias de Aprendizagem, uma teoria é a visão humana a fim de sistematizar uma determinada área de conhecimento.

Portanto, a teoria de aprendizagem sistematiza a área de conhecimento no qual denominamos de aprendizagem. O termo aprendizagem não é utilizado com muito rigor, por exemplo, na teoria de Piaget (apud MOREIRA, 2011, p.12), se caracteriza mais como uma teoria de desenvolvimento cognitivo, sendo assim a aprendizagem não é o ponto central. Porém, como essa teoria tem importante implicação na aprendizagem, ela é utilizada como sendo uma teoria de aprendizagem.

Também há teorias chamadas de psicológicas como a teoria dos construtos pessoais de George Kelly (apud MOREIRA, 2011, p.12) que também é considerada uma teoria de aprendizagem. Moreira, op. cit., apresenta algumas definições de aprendizagem, tais como: condicionamento, aquisição de informação (aumento do conhecimento), mudança comportamental estável, uso do conhecimento na resolução de problemas, construção de novos significados, de novas estruturas cognitivas e revisão de modelos mentais. Sendo assim, essas definições se referem, de modo geral, à aprendizagem cognitiva que, segundo Moreira, é *àquela que resulta no armazenamento organizado de informações, de conhecimentos, na memória do ser que aprende, e esse complexo organizado é conhecido como estrutura cognitiva*. Ainda, distingue a aprendizagem cognitiva, que focaliza o ato de conhecer, da aprendizagem afetiva que trata de experiências como prazer e dor, satisfação ou descontentamento, alegria ou ansiedade. Como exemplo de teorias focalizando a aprendizagem afetiva, destaca-se as teorias de Carl Rogers (apud MOREIRA, 2011, p.13) e a de Joseph D. Novak (1977).

Por outro lado, como exemplo de teoria que focaliza a aprendizagem cognitiva, tem-se a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel apresentada no próximo tópico.

3.2 Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel

Para Ausubel é necessário ensinar a partir do pressuposto que os alunos já possuem uma bagagem de conhecimentos já internalizados de acordo com experiências já vivenciadas. Segundo o autor, “se tivesse que reduzir toda a sua psicologia, diria o seguinte: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Averigue isso e ensine-o de acordo.” (Ausubel e Hanesian, 1978, p.4).

Quando Ausubel refere-se à expressão “averigue isso” significa desvendar a estrutura cognitiva preexistente, e no que se refere “ensine-o de acordo” é necessário basear o ensino naquilo que o aluno já sabe, identificar os conceitos do assunto a ser ensinado e utilizar recursos e princípios que facilitem a aprendizagem significativa. Essa aprendizagem é um processo no qual uma nova informação interage com uma estrutura de conhecimento mais específico. Essa

estrutura é denominada por Ausubel de *conceito subsunçor* ou simplesmente *subsunçor*, sendo este último o mais adequado pois, para Moreira (2010), o subsunçor não é necessariamente um conceito, mas um conhecimento prévio especificamente relevante para uma nova aprendizagem.

No que se refere a aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica, Ausubel não as considera como dicotômicas. O autor compreende que elas formam um continuum, ou seja, a aprendizagem mecânica em alguns casos é necessária (como na introdução de um novo assunto), e pode vir a tornar-se significativa posteriormente se forem estabelecidas relações. A aprendizagem mecânica é definida como sendo a aprendizagem de novas informações, armazenadas na estrutura cognitiva do aluno, de forma arbitrária, ou seja, não há interação entre a nova informação e a já armazenada. A aprendizagem significativa é um processo por meio do qual uma nova informação relaciona-se, de maneira substantiva (não-literal) e não-arbitrária, a um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Ou seja, os novos conhecimentos se relacionam com os conhecimentos prévios (subsunçor) que os alunos possuem.

A fim de facilitar a aprendizagem significativa, quando o aluno não possui os subsunçores desejáveis, Ausubel propõe a utilização de organizadores prévios. Esses organizadores são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido, sendo que servirá como ponte entre aquilo que o aluno já sabe e o que ele deve saber. Portanto, esses organizadores são úteis na medida que funcionam como “pontes cognitivas” que facilitam a aprendizagem significativa (Moreira, 2008).

Segunda a teoria de David Ausubel existem duas condições para que ocorra aprendizagem significativa, sendo elas: o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender. A primeira dessas condições vai depender de dois fatores: a natureza do material a ser aprendido e a natureza da estrutura cognitiva do aluno. A natureza do material, conforme Moreira (2000), deve ter significado lógico, ou seja, deve-se relacionar de maneira não-arbitrária e não-literal a uma estrutura cognitiva, sendo esta apropriada e relevante. No que se refere à natureza da estrutura cognitiva do aluno, este por sua vez deve ter em sua estrutura cognitiva ideias-âncora relevantes com as quais esse material possa ser relacionado. A segunda condição se refere ao aluno querer relacionar os novos conhecimentos. Para tanto, não é suficiente que o material seja potencialmente significativo se a intenção do estudante seja de somente memorizá-lo arbitrária e literalmente. Moreira e Masini (2011), apontam, do ponto de vista de Ausubel, que a utilização

de questões e problemas que sejam novos e não-familiares é uma maneira de procurar evidências de aprendizagem significativa.

Ausubel (1973, 1976, 2002) propõe dois princípios fundamentais para que a aprendizagem significativa seja possível: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Segundo o autor, no primeiro princípio os subsunçores são constantemente elaborados, modificados, adquirindo novos significados, ou seja, progressivamente diferenciados. No que se refere à reconciliação integradora, a programação do material feita pelo docente deve ser feita de forma a explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas. Na reconciliação novas informações são adquiridas e elementos existentes na estrutura cognitiva se reorganizam adquirindo novos significados.

Além dos conceitos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel possui outros conceitos, porém na presente pesquisa nosso foco será em alguns desses conceitos.

3.2.1 Teoria da aprendizagem significativa crítica por Marco Antonio Moreira

Para Moreira, é por intermédio da aprendizagem significativa crítica que o “*aluno poderá fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias*”(MOREIRA, 2000, p.07). Essa é considerada uma perspectiva antropológica, sendo que o indivíduo participa das atividades de seu grupo social e, concomitantemente, percebe que a realidade se afasta não sendo mais captada pelo grupo. O autor baseia-se nas ideias de Postman e Weingartner (1969) no qual afirmam que a aprendizagem é subversiva, sendo esta uma estratégia para sobrevivência na sociedade contemporânea. Porém, para Moreira, o ensino subversivo proposto nos estudos de Postman e Weingartner “somente será subversivo se resultar em aprendizagem significativa crítica”(Moreira, 2000). Essa abordagem possibilita ao aluno construir uma postura de acordo com as mudanças impostas pela sociedade contemporânea sem deixar-se dominar por ela. Essa postura possibilitará ao aluno, nas palavras de Moreira:

[...] trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças, com a ideia de que o conhecimento é construção (ou invenção) nossa, que apenas representamos e nunca o captamos diretamente (Moreira, 2000,p.07)

No caminho para promover aprendizagem significativa crítica, são propostos por Moreira (2000) princípios*¹, ideias ou estratégias, baseados nas proposições de Postman e Weingastner, sendo estes viáveis para serem desenvolvidos em realidade de sala de aula. A seguir, apresentamos resumidamente cada um deles:

1. Princípio do conhecimento prévio: para ocorrer aprendizagem significativa crítica é necessário levar em conta àquilo que o aluno já sabe, ou seja, seu conhecimento prévio. Esta é a variável mais importante facilitadora de aprendizagem significativa.

Para Moreira (op.cit.) esse princípio é coerente com qualquer teoria construtivista de aprendizagem ou desenvolvimento cognitivo. O que, ainda, prevalece na escola é a já denominada por Freire, *educação bancária*, sendo que o conhecimento, muitas vezes, é “depositado” na cabeça do aluno sem nenhuma conexão com seus conhecimentos prévios, realidades e interesses. Diante disso, é uma triste realidade que necessita de urgente mudança.

2. Princípio da interação social e do questionamento. Ensinar/aprender perguntas ao invés de respostas: a interação social entre aluno e professor é um fator importante no processo de ensino-aprendizagem. De acordo com Gowin (1981) essa interação compartilha significados em relação aos materiais educativos do currículo. O aluno deve ser instigado a fazer questionamentos relevantes, pois ao fazê-los ele utiliza de seu conhecimento prévio de maneira não-arbitrária e não-literal e isso, conforme Moreira destaca, é evidência de aprendizagem significativa.

Também, é importante aqui salientar que não se exclui momentos em que o professor fará explicações do conteúdo e/ou determinado assunto. Conforme Freire (2003), o fundamental é que professor e alunos tenham uma postura dialógica, aberta, curiosa, indagadora e não apassivada, enquanto falam ou ouvem. *O que importa é que professor e alunos se assumam epistemologicamente curiosos* (p. 86).

3. Princípio da não centralidade do livro de texto. Do uso de documentos, artigos e outros materiais educativos. Da diversidade de materiais instrucionais: é consenso que professores e alunos utilizam, e muito, o livro texto. Este é um conhecimento que, segundo Postman e Weingartner, parece que está ali sem permitir ao alunos questionamentos. Para Moreira, a utilização de materiais diversificados e cautelosamente selecionados é um princípio facilitador da aprendizagem significativa

* Os princípios apresentados foram levados em consideração na elaboração das UEPS. Dessa forma, eles estão destacados em cada uma das três Unidades de Ensino

crítica. Isso não significa que o livro será banido da escola e do trabalho docente, mas de considerar que este é apenas um aporte dentre vários disponíveis. A adoção de apenas um livro vai em contradição à aprendizagem que defendemos aqui, sendo uma prática não formadora, tanto para alunos quanto para professores.

4. **Princípio do aprendiz como perceptor/representador:** o aluno percebe o mundo e o representa, ou seja, tudo o que o aluno recebe ele percebe. Cada aluno perceberá de uma forma diferente, pois cada um tem uma percepção prévia sobre o assunto. Dessa forma, cada aluno perceberá de maneira única aquilo que lhe for ensinado. Não é só o aprendiz que é o perceptor, mas o professor também e o que ensina é fruto de suas percepções. Para ocorrer a comunicação entre professor-aluno é necessário que estes percebam de maneira semelhante os materiais educativos do currículo. Para Moreira, isso nos corrobora a importância da interação pessoal e do questionamento na facilitação da aprendizagem significativa.

Para facilitar a aprendizagem significativa crítica, o aluno deve ser tratado como *perceptor* do mundo e a partir dessa premissa, um *representador* daquilo que lhes é ensinado.

5. **Princípio do conhecimento como linguagem:** a solução para compreensão de um conhecimento e/ou conteúdo é conhecer a sua linguagem e aprender uma nova linguagem implica novas possibilidades de percepção. Portanto, aprender um conteúdo de maneira significativa é aprender a sua linguagem de maneira substantiva e não-arbitrária. E aprender de maneira crítica é perceber essa nova linguagem como uma nova maneira de perceber o mundo. A percepção humana é mediada pela linguagem.

6. **Princípio da consciência semântica:** A tomada de consciência de que **o significado está nas pessoas e não nas palavras** é a primeira conscientização importante a se considerar. Diante disso, quando o aprendiz não tem condições, ou não quer, atribuir significados às palavras, a aprendizagem é mecânica e não significativa. A segunda conscientização é a de que as palavras não são aquilo ao qual elas ostensivamente se referem. Quer dizer, a palavra não é coisa (Postman e Weingartner, 1969, p. 106).

Ainda, para Moreira, outro tipo de consciência semântica necessária à aprendizagem significativa crítica é o de que, ao usarmos palavras para nomear as coisas, é preciso não deixar de perceber que os significados das palavras mudam.

7. **Princípio da aprendizagem pelo erro:** o ser humano erra o tempo todo e é de sua natureza errar. O conhecimento humano é construído através da superação de seus erros. Por outro lado, a escola ignora o erro, pois busca promover a aprendizagem de fatos,

leis, conceitos, teorias, como verdades duradouras. Para a aprendizagem significa crítica defendida por Moreira: **buscar sistematicamente o erro é pensar criticamente, é aprender a aprender, é aprender criticamente rejeitando certezas, encarando o erro como natural e aprendendo através de sua superação.**

8. **Princípio da desaprendizagem:** para aprender a desaprender é necessário distinguir entre o relevante e o irrelevante ainda no conhecimento prévio e libertar-se do irrelevante, isto é, desaprendê-lo.
9. **Princípio da incerteza do conhecimento:** esse princípio é uma síntese daqueles que tem a ver com a linguagem. As perguntas são instrumentos de percepção e a sua natureza determina a também natureza da resposta. Definições e metáforas são instrumentos utilizados para pensar. Portanto, **esse princípio nos chama atenção que nossa visão de mundo é construída primordialmente com as definições que criamos, com as perguntas que formulamos e com as metáforas que utilizamos. Naturalmente, estes três elementos estão inter-relacionados na linguagem humana.**
10. **Princípio da não utilização do quadro-de-giz. Da participação ativa do aluno. Da diversidade de estratégias de ensino:** este princípio, contrário ao que defende aprendizagem significativa crítica, é totalmente mecânico: o professor escreve o conteúdo no quadro, o aluno copia, decora e reproduz, sendo essa rotina que ainda prevalece na escola. Contudo, eliminar o quadro-de-giz não quer dizer que o problema será sanado, pois outras técnicas manterão esse tipo de ensino. Para tanto, é necessário que o professor diversifique as estratégias instruconais, promovendo participação ativa do estudante.
11. **Princípio do abandono da narrativa. De deixar o aluno falar:** este princípio baseia-se no ensino centrado no aluno tendo o professor mediador durante o processo de ensino-aprendizagem, sendo que o aluno fala mais e o professor fala menos. Nessa perspectiva os alunos discutem e negociam significados entre si e estes participam criticamente de sua aprendizagem.

As mudanças no mundo moderno são rápidas e drásticas e impactam diretamente na escola. Para tanto, é necessário propiciar aos alunos uma postura mais ativa, dialogada, de interação e negociação de significados para (re) construção de uma aprendizagem significativa de forma mais crítica. Dessa forma, as atividades propostas nessa pesquisa tiveram como ponto de partida o cotidiano dos alunos e algumas implicações sociais. Por exemplo: capacitar os alunos a compreender a sua conta de energia elétrica e impactos na economia de energia e conseqüentemente, financeira.

3.3 Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS)

Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) são sequências didáticas voltadas para a prática em sala de aula e fundamentada, principalmente, na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel. Essas unidades de ensino objetivam promover a aprendizagem significativa e possuem como filosofia, conforme Moreira, “*a premissa de que o ensino, que é o meio, só ocorre quando há aprendizagem, que é o fim, e essa, por sua vez, deve ser significativa*” (MOREIRA, 2011, p.02). Os materiais utilizados para se chegar a esse fim devem ser materiais potencialmente significativos. Esses materiais são importantes “aliados” para o desenvolvimento do trabalho docente e devem ser criteriosamente organizados e planejados antecipando os questionamentos dos alunos e aumentando seu nível de complexidade durante as atividades desenvolvidas sempre pensando no processo de ensino-aprendizagem. O aluno é o centro desse processo e o professor é o mediador auxiliando o aluno na construção de sua criticidade e autonomia durante a aprendizagem, bem como a construção dos conceitos físicos. As UEPS não são “engessadas” podendo ser replanejadas ante e durante sua aplicação.

Moreira (2011) sugere 8 passos para a construção dessas UEPS, sendo eles:

1. Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. Criar/propor situação (ções) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve (m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;
3. propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações

veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;

4. Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;

5. Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de uma mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. Concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integradora; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. A avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto

passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Cabe aqui salientar que os passos acima descritos são uma sugestão de como o professor deve fazer sua organização. Esse planejamento pode e deve ser adaptado às realidades de cada ambiente escolar e de cada turma a ser trabalhada. O professor possui total autonomia de deixar de seguir algum passo, porém nunca deixando de cumprir com o objetivo dessas UEPS, que é o de buscar indícios de aprendizagem significativa.

Por fim, consideramos de grande relevância os princípios, citados por Moreira (2011, p.02), a serem considerados para elaboração das UEPS. Abaixo, citamos alguns deles:

- pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- são as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- situações-problema podem funcionar como organizadores prévios;
- a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- o papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- a interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);

- a aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).

Especificamente no que se refere ao último princípio, o uso de diversidade de materiais e estratégias faz-se necessário para adequar o ensino às características e diferenças de cada aluno. Dessa forma, as UEPS elaboradas e implementadas contemplaram uma diversificada gama de recursos didáticos, sendo eles: atividades experimentais, textos de divulgação científica e Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) a fim de contemplar as características individuais de cada aluno.

4 A REFORMULAÇÃO DO ENSINO MÉDIO E O CONTEÚDO DE ELETRICIDADE NO CONTEXTO ESCOLAR

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), de 1996, estabelece uma reformulação do ensino médio no Brasil. Nessa reformulação, o ensino médio passa a ser uma etapa conclusiva da educação básica e não mais mera preparação para o ensino superior ou para o exercício profissional. Anterior a reforma, um dos objetivos da educação era o de transmitir conhecimentos disciplinares padronizados e, agora, se deseja promover competências gerais com articulação entre conhecimentos, sendo disciplinares ou não.

Nessa nova perspectiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) consideram que:

É preciso sempre considerar a realidade do aluno e da escola, e evitar sugerir novas disciplinas ou complicar o trabalho das já existentes – até porque esse tipo de aprendizado não se desenvolve necessariamente em situações de aula, mas sobretudo em outras práticas. (BRASIL, 2000, p.12)

Para tanto, cabe ressaltar que essa sugestão possui aporte no artigo 22 da LDBEN/96, no qual se estabelece como finalidade para a educação nacional a “*formação comum indispensável para o exercício da cidadania*” (BRASIL, 2000, p.12). Uma escola consciente deve trabalhar no seguinte sentido a fim de promover essa formação cidadã: promover todos os seus alunos, e não selecionar alguns; emancipá-los para a participação, e não domesticá-los para a obediência, e; valorizá-los em suas diferenças individuais, e não nivelá-los por baixo ou pela

média. Nessa perspectiva que se estabelece o que se denomina de nova escola brasileira, sendo que cada disciplina “*abrange um conjunto de conhecimentos que não se restringem a tópicos disciplinares ou a competências gerais ou habilidades, mas constituem-se em sínteses de ambas as intenções formativas*”(BRASIL, 2000, p.13).

No âmbito da disciplina de Física, se deseja desenvolver competências relacionadas com outras áreas, tanto que a disciplina encontra-se juntamente com a área das Ciências da Natureza, e que se relacionem com a investigação e compreensão dos fenômenos físicos, linguagem física e de sua comunicação ou contextualização histórico e social. No que se refere ao estudo da eletricidade, os PCNEM sugerem que, este seja organizado em torno dos **equipamentos elétricos e telecomunicações**. A energia elétrica está presente em nosso cotidiano, seja para acender uma lâmpada ou carregar o celular. Dessa forma, o estudo da eletricidade deve contemplar conceitos e modelos da eletrodinâmica.

No que diz respeito aos aparelhos elétricos, que se denomina Unidade Temática, os PCNEM trazem:

1. Aparelhos elétricos
 - Em aparelhos e dispositivos elétricos residenciais, identificar seus diferentes usos e o significado das informações fornecidas pelos fabricantes sobre suas características (voltagem, frequência, potência etc.).
 - Relacionar essas informações a propriedades e modelos físicos, visando explicar seu funcionamento e dimensionar circuitos simples para sua utilização.
 - Compreender o significado das redes de 110V e 220V, calibre de fios, disjuntores e fios-terra para analisar o funcionamento de instalações elétricas domiciliares e utilizar manuais de instrução de aparelhos elétricos, para conhecer procedimentos adequados a sua instalação, utilização segura ou precauções em seu uso.
 - Dimensionar o custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia. (BRASIL, 2000, p.76)

No contexto atual da educação, destaca-se a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), no qual é “*um documento de caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica*” (BRASIL, 2017, p.07), conforme descrito no Plano Nacional de Educação (PNE). Nesse contexto, a BNCC para o Ensino Médio está organizada em quatro áreas do conhecimento, conforme determina a LDB. As áreas são: Linguagens e suas Tecnologias (Arte, Educação Física, Língua Inglesa e Língua Portuguesa), Matemática e suas Tecnologias (Matemática), Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Biologia, Física e Química) e Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (História, Geografia, Sociologia e Filosofia).

Antes da aprovação da BNCC pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), o Brasil não tinha um currículo nacional obrigatório e as únicas disciplinas listadas por lei nos três anos do ensino médio eram português, matemática, artes, educação física, filosofia e sociologia. Dessa forma, só português e matemática são obrigatórias e os demais conteúdos irão aparecer em 'itinerários formativos' e os currículos deverão ser definidos pelos estados.

Em cada área é estabelecido competências específicas, cujo desenvolvimento deve ser promovido ao longo dessa etapa de ensino. Ainda, para o desenvolvimento dessas competências, relaciona-se um conjunto de habilidades, que representa as aprendizagens essenciais a serem garantidas no âmbito da BNCC aos estudantes do Ensino Médio.

Para a área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, a BNCC apresenta três competências específicas (BRASIL, 2017, p.539), sendo elas:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.

2. Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.

3. Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

No que se refere ao estudo da eletricidade, no âmbito da competência 1, uma das habilidades apresentadas contempla esse assunto:

(EM13CNT106) Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de **energia elétrica**, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais (BRASIL, 2017, p.541).

Outra habilidade apresentada, contemplada na competência 3, refere-se aos equipamentos elétricos, a seguir:

(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos (BRASIL, 2017, p.545).

Dessa forma a organização do trabalho da dissertação, tanto na construção quanto na implementação das UEPS sobre eletricidade, procurou-se contemplar o que se estabelece nos documentos oficiais, tanto nas competências e habilidades, como acabamos de evidenciar no texto acima.

5 DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM EVIDENCIADAS NA LITERATURA

A falta de interesse dos alunos gera uma crescente frustração entre os docentes. Esses fatores são caracterizados como sendo, segundo denominam Pozo e Crespo (2009, p.15), uma crise da educação científica, que se manifesta tanto nas pesquisas em didática das ciências quanto nas práticas em sala de aula. A maioria das pesquisas e dos professores da área de ciências evidenciam que a quase totalidade de alunos não aprendem a ciência que lhes é ensinada. Para ilustrar essas evidências Pozo e Crespo (2009, p. 16) apresentam em um quadro algumas das dificuldades que os alunos encontram na compreensão de conceitos da Área de Ciências da Natureza. A área da Física, relevante para a pesquisa de mestrado em questão, será apresentada a seguir:

Quadro 1 - Dificuldades que os alunos encontram na compreensão de conceitos de Física em geral

Algumas dificuldades evidenciadas
<ul style="list-style-type: none"> • o movimento implica uma causa e, quando necessário, esta causa está localizada dentro do corpo como força interna que vai se consumindo até que o objeto pare (Varela, 1996). • o termo energia é interpretado como sinônimo de combustível, como algo “quase” material, que está armazenado e pode ser consumido e desaparecer (Hierrezuelo e Montero, 1991).

Fonte: Adaptado de Pozo e Crespo, 2009.

Além disso, é preciso salientar que os alunos possuem, além de dificuldades conceituais, também dificuldades em solucionar problemas e utilizar-se de estratégias de raciocínio. Portanto, isso é consequência, muitas vezes, de práticas escolares centradas na solução de problemas de maneira delimitada com insuficiente interpretação científica. Como exemplo,

Pozo e Crespo, destacam o seguinte problema: “qual será a velocidade alcançada aos 43 segundos por um projétil que, partindo do repouso, está submetido a uma aceleração constante de 2m/s^2 ?” Percebe-se que esse exemplo apresentado é resolvido com mera aplicação de equação e não há conexão com o cotidiano do aluno. Contrário à ele, Pozo e Crespo, exemplificam com outra situação: “por que os dias são mais longos no verão do que no inverno?” Pode-se perceber, ao comparar essas situações apresentadas, que ao resolver a primeira, o aluno tende a enfrentá-lo de modo repetitivo, como um simples exercício, e já na segunda, ele a enfrenta como tarefa aberta, exigindo maior reflexão e tomada de decisões (Pozo e Crespo, 2009, p.17).

A estabelecida *crise da educação científica* gera alguns sintomas, evidenciados por Pozo e Crespo:

De fato, a deterioração do clima educacional nas salas de aula e nas escolas, especialmente nos anos finais do ensino fundamental e do ensino médio, e o desajuste crescente entre as metas dos professores e as dos alunos são alguns dos sintomas mais presentes e inquietantes[...] (Pozo e Crespo, 2009, p.19)

Diante disso, essa deterioração justifica-se, muitas vezes, pela significativa queda dos níveis de aprendizagem e pela desorientação entre os professores diante de várias demandas educacionais como novos métodos, alunos diversificados, novas disciplinas e etc. (Pozo e Crespo, 2009, p.19).

A dificuldade que os alunos possuem em aprender física está relacionada com a grande familiaridade com os conteúdos trabalhados ao longo do ensino médio, que faz com que ele tenha várias ideias prévias que são úteis para compreender o comportamento da natureza. Essa familiaridade está amplamente presente no ensino da eletricidade, no qual os alunos utilizam aparelhos elétricos em seus cotidianos e conhecem seu funcionamento, porém não relacionam com conceitos cientificamente aceitos. Para os autores op. cit.:

Com o ensino da eletricidade no ensino médio, pretende-se que o aluno seja capaz não só de manejar esses aparelhos, mas também de poder compreender de uma forma básica seu funcionamento no marco da teoria científica sobre o comportamento elétrico da matéria. (Pozo e Crespo, 2009, p.222)

Em uma síntese de diversos autores sobre as dificuldades conceituais dos alunos relacionadas com a eletricidade, Pozo e Crespo, op. cit., relatam que, geralmente, os termos corrente elétrica, eletricidade e voltagem são utilizados como sinônimos. Também, o conceito

de corrente elétrica é caracterizado como se fosse um fluido material que é armazenado na pilha e é consumido pela lâmpada. A voltagem (ou diferença de potencial) é pouco utilizado na explicação dos alunos referente aos fenômenos elétricos e circuitos e, muitas vezes, é utilizado como sinônimo de corrente elétrica (Pozo e Crespo, op.cit.)

No que tange os conceitos relacionados com os circuitos elétricos, os alunos não aceitam que o circuito seja um sistema de interação no qual qualquer mudança afeta todo o circuito. Pozo e Crespo (2009) tendem a analisar todas as partes do circuito em separado e chegam a conclusão de que a corrente vai gastando ou debilitando na medida em que atravessa o circuito. Assim, chegam a conclusão que volta para a pilha menos corrente do que a fornecida inicialmente;

Quanto à interpretação das representações gráficas dos circuitos os alunos não associam os circuitos reais com suas respectivas representações gráficas, mesmo em montagens simples. Se for mudada a posição de algum dos elementos auxiliares, mesmo sendo situações físicas idênticas, interpretam como sendo circuitos diferentes (Pozo e Crespo, op.cit.)

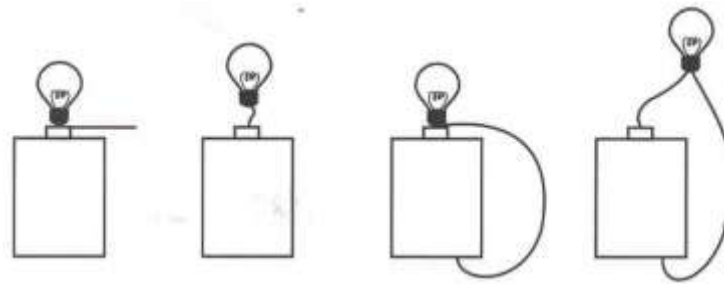
Os estudantes não percebem a necessidade de fechar o circuito para que haja uma corrente elétrica. Quando se pedem que desenhem as conexões da pilha e da lâmpada para que ligue, propõem modelos nos quais há somente um fio que une os dois dispositivos, ou dois fios, indicando que a corrente viaja da pilha para a lâmpada pelos dois fios ao mesmo tempo. Muitas vezes, evidenciam que no segundo fio não passa corrente.

Já nos conceitos relacionados as pilhas, os alunos concluem que são armazenadores de fluido (energia, carga elétrica, voltagem, eletricidade, corrente, etc.) e é necessário transportar esse fluido para a lâmpada. Muitos alunos acham que a pilha seria um armazenador de eletricidade que, por meio dos polos, encarrega-se de injetá-la nos cabos (Pozo e Crespo, op.cit.).

Em relação as crenças que os alunos possuem sobre o funcionamento dos circuitos elétricos, a maioria deles possui a ideia de que o que faz com que um aparelho funcione é a “eletricidade”. Esta, por sua vez, é consumida ou gasta e que as pilhas e tomadas elétricas são fontes ou armazenadores de eletricidade e, portanto, é necessário transportar essa eletricidade até o aparelho. No caso de ligar uma pilha a uma lâmpada por meio de fios condutores, os alunos explicam tal fenômeno como sendo a eletricidade que faz a lâmpada acender, sendo que somente é necessário transportar a eletricidade, que está armazenada na pilha, até a lâmpada utilizando de tais fios. Pozo e Crespo, op.cit., apresentam vários exemplos, já evidenciados por Driver e colaboradores (1994), de formas de conexão e modelos, que muitos alunos do ensino

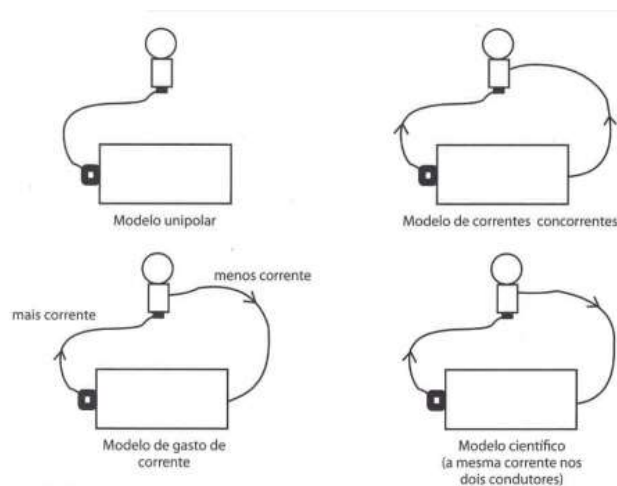
médio propõem, de como circula a corrente elétrica quando são conectadas uma lâmpada e uma pilha e de como representam um circuito com duas lâmpadas conectadas em série a uma pilha:

Figura 1 - Exemplos de formas de conexão propostas pelos alunos do ensino médio para conseguir acender uma lâmpada com uma pilha. Driver e colaboradores, 1994.



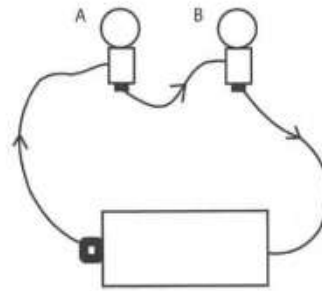
Fonte: Pozo e Crespo, 2009, p. 226.

Figura 2 - Quatro modelos diferentes para representar como circula a corrente elétrica quando são conectadas uma lâmpada e uma pilha. Driver e colaboradores, 1994.



Fonte: Pozo e Crespo, 2009, p. 226

Figura 3 - Circuito com duas lâmpadas conectadas em série a uma pilha



Fonte: Pozo e Crespo, 2009, p.227.

Para muitos alunos, os circuitos elétricos são sistemas que distribuem a eletricidade por intermédio dos fios. Eles estão acostumados a justificar tudo com a palavra “eletricidade”, pois utilizam essa palavra em seus cotidianos. Nas UEPS procurou-se que os alunos estabelecessem relação com conceitos cientificamente aceitos e que eles utilizassem, em diferentes contextos e de maneira correta os termos corrente elétrica, tensão e resistência.

6 PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS E METODOLÓGICOS

6.1 Metodologia de pesquisa

A presente pesquisa é classificada, quanto à sua abordagem, como sendo qualitativa. Segundo Moreira (2011), a pesquisa com essa classificação possui como objetivo fundamental a interpretação de significados que são atribuídos pelos sujeitos as suas próprias ações. O interesse central dessa pesquisa está na interpretação dessas ações. Ações essas imersas em uma realidade socialmente construída por meio de observação participativa.

De acordo com Gil (2002), na classificação quanto aos objetivos, essa pesquisa é do tipo exploratória e explicativa. As pesquisas classificadas como exploratórias possuem o objetivo de proporcionar maior familiaridade com o problema e torná-lo mais claro ou a constituir hipóteses. Para tanto, tais pesquisas com essa classificação têm por principal objetivo o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. A pesquisa explicativa tem por objetivo identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência de fenômenos. Por sua vez, é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, de acordo com Gil, op.cit.

Quanto aos procedimentos técnicos utilizados, classificou-se a pesquisa como sendo um estudo de caso. Essa classificação se caracteriza por possuir descrições muito ricas e densas, sendo que os dados descritos são utilizados para ilustrar, defender ou desafiar pressupostos

teóricos difundidos antes do estudo (Moreira, 2011). Neste tipo, o pesquisador deve ter como objetivo interpretar ou teorizar sobre o fenômeno a ser investigado.

Para a análise dos dados, utilizou-se a análise de conteúdo, sendo caracterizada por Bardin (2011) como:

um conjunto de técnicas de análises das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 47).

Ainda, para Bardin (2011), há três fases fundamentais previstas para utilização da análise de conteúdo, sendo estas caracterizadas no quadro a seguir:

PRÉ-ANÁLISE: fase de organização	EXPLORAÇÃO DO MATERIAL: codificação e categorização	TRATAMENTO DOS RESULTADOS: inferência e interpretação
<ul style="list-style-type: none"> •Escolha de documentos; •Formulação das hipóteses e objetivos; •Elaboração dos indicadores e preparação do material. 	<ul style="list-style-type: none"> •Ponto crucial da análise de conteúdo. Processo longo, difícil e desafiante; •Construção de indicadores definidas a priori (quadro teórico) ou a posteriori (fishing expeditions, análises exploratórias). 	<p>Os resultados são tratados de modo a serem significativos (falantes) e válidos</p> <ul style="list-style-type: none"> •Operações estatísticas simples (percentagens) ou mais complexas (fatorial): quadros, diagramas, figuras e modelos que condensam e põem em relevo as informações fornecidas pela análise.

6.2 Caracterização do espaço (escolar) de pesquisa:

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual de Educação Básica Augusto Ruschi, localizada na periferia da cidade de Santa Maria/RS, especificamente no bairro denominado como Santa Marta. Esse bairro é caracterizado pelo carecimento em infraestrutura¹ adequada e significativo aumento da violência, com diversos pontos de drogas e mortes por execução, conforme notícias apontadas nas mídias. A escola conta, atualmente, com 1672 alunos (desse total, 588 recebem o benefício do Bolsa Família) e 92 professores regentes.

A fundação da escola deu-se em 05 de janeiro de 1987, com a presença do governador Sr. Jair Soares. Até 1990 abrigava alunos de pré-escola a 8ª série, após essa data ocorreu a

implantação do Ensino Médio. O nome escolhido para a escola foi em homenagem ao agrônomo Augusto Ruschi pelos relevantes trabalhos prestados na preservação do meio ambiente, além de ter sido o maior pesquisador do mundo em orquídeas e beija-flores. O símbolo da escola é em homenagem ao agrônomo sendo um beija-flor e as cores da escola são referentes ao meio ambiente: o verde.

6.3 Caracterização dos sujeitos de pesquisa²:

Os alunos regularmente matriculados na escola no terceiro ano do Ensino Médio possuem uma média de idade entre 17 e 18 anos e são todos alunos oriundos dos bairros próximos à escola, sendo: Bairro Santa Marta, Nova Santa Marta, Alto da Boa Vista, 7 de dezembro e Vila Pôr do Sol. Esses bairros encontram-se afastados, em média, 7 km do centro de Santa Maria, sendo considerados bairros e vilas da periferia. Muitos dos estudantes, quase que a maioria, trabalham em algum turno inverso ao turno em que estuda e não possuem perspectiva de continuar os estudos no âmbito de ensino superior ou curso técnico.

6.4 Metodologia de trabalho (aplicação em sala de aula):

Nessa seção elencamos o desenvolvimento do trabalho, a descrição das UEPS e os instrumentos de análise utilizados para responder ao problema de pesquisa proposto.

O assunto escolhido para elaboração das UEPS foi a Eletrodinâmica. Esse tema foi escolhido, conforme descrito na seção 4.3, pela justificativa de ser um tema com grandes dificuldades de aprendizagem. Após essa escolha, listou-se os principais conceitos físicos a serem trabalhados, relativos ao tema. A definição de conceitos é o primeiro passo para construção das unidades de ensino, totalizando oito passos, conforme descreve Moreira, na seção 3.3. Posteriormente a listagem de conceitos, construiu-se um mapa conceitual (Apêndice B) sobre o tema eletricidade a fim de contribuir na elaboração das UEPS.

Após essa etapa inicial do trabalho de pesquisa, a escolha das atividades foi crucial para construção das UEPS. Um estudo detalhado em livros e artigos sobre eletrodinâmica auxiliaram na etapa de escolha das situações-problemas, atividades experimentais e questões para

¹ Dados obtidos com a direção da escola

² Dados obtidos com a direção da escola

avaliação individual das atividades. A compreensão da natureza das UEPS bem como seu objetivo foram também essenciais para essa etapa.

As UEPS foram implementadas nos meses de setembro a novembro de 2018 em duas turmas de 3º ano da Escola Estadual de Educação Básica Augusto Ruschi, Santa Maria/RS. Essas turmas totalizam 20 alunos com idades entre 17 e 21 anos. Desse total de alunos, 3 alunos eram inclusos. A professora regente cedeu a turma para a professora pesquisadora que implementou essas atividades em condições reais de sala de aula, sendo as aulas nas quartas e quintas no período da tarde totalizando 6h/a nas duas turmas (3h/a por turma). Abaixo, um quadro que apresenta os horários das aulas de Física das turmas 301 e 302:

Tabela 1 - Horário das aulas de Física nas quartas-feiras das turmas 301 e 302

Quarta-feira	13h30 – 14h00	-----
	14h00 – 14h30	-----
	14h30 – 15h00	302
	15h00 – 15h30	302
	15h30 – 16h00	301
	16h00 – 16h30	-----

Fonte: Autor Dissertação

Tabela 2 - Horário das aulas de Física nas quintas-feiras das turmas 301 e 302

Quinta-feira	13h30 – 14h15	-----
	14h15 – 15h00	-----
	15h00 – 15h45	301
	15h45 – 16h00	Intervalo
	16h00 – 16h45	301
	16h45 – 17h30	302
	17h30 – 18h00	-----

Fonte: Autor Dissertação

Anterior à implementação das atividades, conversou-se com a equipe diretiva e disponibilizou-se uma Carta de Apresentação (Anexo A) assinada pela orientanda e orientadora a fim de apresentar a pesquisa e efetuar pedido de concessão para a mesma com o objetivo de trazer benefícios para alunos, para a escola e comunidade em geral. Para o desenvolvimento dessa pesquisa, os alunos foram apresentados à pesquisadora e informados de que sua participação é de grande importância e voluntária. Para tanto, foi entregue um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B) explicitando os objetivos do desenvolvimento

da pesquisa em sala de aula com os mesmos. Para os alunos menores de 18 anos, foi solicitado que os pais assinassem.

Antes de iniciar a elaboração das UEPS, realizou-se uma entrevista com o objetivo de efetuar o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes. Essa entrevista foi gravada com consentimento dos alunos, utilizando um roteiro de Análise de Circuito Simples adaptado do proposto por SILVEIRA, MOREIRA E AXT (1989). Esse roteiro encontra-se no Apêndice C. Após a realização dessa entrevista e com os dados já transcritos na forma de um quadro (Apêndice D) as UEPS puderam ser elaboradas.

6.5 Proposta de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) – Ensino de Conceitos de Eletrodinâmica

UEPS 1: TENSÃO, CORRENTE, RESISTÊNCIA E LEI DE OHM

1º Passo: Definir os conceitos específicos a serem abordados e os objetivos a serem alcançados.

Objetivo: compreensão dos conceitos de tensão, corrente, resistência e Lei de Ohm.

Subsunçores necessários: carga elétrica, força elétrica, campo elétrico, diferença de potencial e energia.

Total de horas-aula: 11h/a

Princípios da TASC: 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9, 10 e 11.

2º Passo: Criar/propor situações que levem o aluno a externalizar seu conhecimento prévio (Duração: 1h/a)

Atividade Experimental de ligar uma lâmpada a uma pilha: essa atividade foi realizada em grupos de 4 alunos, sendo que todos os alunos do grupo deverão realizar a atividade. Após realização da atividade, cada grupo expôs suas respostas para todos da turma.

Materiais utilizados na realização da atividade:

- lâmpada de lanterna (1,5 ou 3V);
- fios de cobre;
- pilha de 1,5V

1. Acenda a lâmpada utilizando o material fornecido.
2. Após, desenhe a montagem do que você acabou de fazer!

3. Explique o que ocorre:

- Nos fios;
- Na pilha;
- Lâmpada.

4. Responda:

- Por que a lâmpada acende?
- Qual a função da pilha?
- Qual a função da lâmpada?
- Qual a função dos fios

Situação Problema Tensão: Uma pessoa pode tocar nos dois polos de uma pilha e não levar um choque elétrico. Por outro lado, quando um raio atinge uma pessoa pode ser fatal. Por que a diferença?

Para alunos pesquisarem (Atividade para casa): Choques Elétricos

Os acidentes com eletricidade são comuns. Desde os choques leves, que todos já tomamos em casa ou no trabalho, até descargas violentas, em pessoas que de alguma maneira entraram em contato com fios de alta tensão. Embora o choque elétrico seja potencialmente perigoso, há situações em que ele é bem vindo. Por exemplo, há aparelhos usados em Medicina que aplicam choques elétricos no coração para que ele volte a pulsar depois de uma parada cardíaca (desfibrilador) ou para regularizar seus batimentos (marcapasso cardíaco).

Forme um grupo de 3 alunos e pesquisem os efeitos de um choque elétrico sobre o nosso organismo. Apresentem à classe os resultados de sua investigação e discutam as medidas preventivas que devem ser tomadas para evitar que tais acidentes aconteçam. (Fonte: Livro Física, Ciência e Tecnologia, Editora Moderna)

3º Passo: Propor situações-problema em nível introdutório que consideram o conhecimento prévio dos alunos (Duração: 2h/a)

Passo 3a. Situações Problemas: (Alunos responderam individualmente e, após, as respostas dos alunos foram compartilhadas com todos no quadro e, após, foram construídas as respostas cientificamente aceitas a partir das respostas dos alunos)

1) O que é uma pilha?

Resposta cientificamente aceita: Pilha é um dispositivo que produz corrente elétrica (gerador elétrico) através de energia química (transformação de energia). Para isso, ocorre reação de oxirredução, isto é, uma espécie de reagente perde elétrons (oxidação), enquanto outra espécie ganha elétrons (redução).

2) Qual a função da pilha?

Resposta cientificamente aceita: Para que a corrente elétrica circule é necessário que o circuito esteja fechado. Pelo fio condutor, movimentam-se os elétrons que unem as placas metálicas e pela solução eletrolítica, os íons. A pilha, então, provoca a movimentação, num sentido preferencial, de cargas elétricas tanto no fio do circuito, como na parte interna da pilha.

A função da pilha é aumentar a energia potencial das cargas que os atravessam, e são chamados de fontes de força eletromotrizes. As pilhas também são capazes de manter uma diferença de potencial entre os pontos em que estão ligados.

2) Qual a função da lâmpada (lâmpada incandescente)?

Resposta cientificamente aceita: é um dispositivo elétrico que transforma energia elétrica em energia luminosa e energia térmica através do efeito Joule. Dada a sua simplicidade, foi o primeiro dispositivo prático que permitiu utilizar eletricidade para iluminação, sendo durante as primeiras décadas de uso comercial da energia elétrica a principal forma de consumo daquela forma de energia.

2.1) Como você poderia aumentar o brilho da lâmpada?

Resposta cientificamente aceita: Aumentando a intensidade da corrente elétrica.

3) Qual a função dos fios?

Resposta cientificamente aceita: Os fios conduzem (fios de material condutor) os elétrons da pilha até a lâmpada.

3.1) E Como você sabe que passam elétrons de um lado a outro? Justifique.

Resposta cientificamente aceita: A lâmpada acende. Ao fechar externamente o circuito com o fio condutor, verifica-se um fluxo de elétrons. Estabelecemos então, externamente à solução, a passagem da corrente elétrica, ocorrendo transferência indireta de elétrons.

Passo 3b: (Duração: 1h/a) Fazer vídeo explicativo de como se usa multímetro (trabalho em dupla).

Os alunos efetuaram uma pesquisa inicial (levar os alunos para laboratório de informática da escola) sobre o funcionamento do multímetro.

Os alunos foram orientados a fazer um vídeo explicativo (criatividade por conta de cada grupo) quanto ao uso em circuitos do multímetro, mostrando passo a passo do seu funcionamento. (Vídeo de no máximo 10 min)

Duplas entregaram um relatório do vídeo (Como foi feito, fontes, etc.)

Essa atividade foi apresentada em aula. Os vídeos foram apresentados para os colegas e discutidos em sala de aula com todos.

Passo 3c: (Duração: 2h/a)

Atividade Experimental sobre Lei de Ohm

Para saber (Lembrar aos alunos antes da atividade):

- Para medir a intensidade da corrente elétrica (A) em um circuito, devemos colocar o multímetro ligado em série com o circuito.
- Para medir a Tensão Elétrica (V) em um circuito, devemos colocar o multímetro em ligação em paralelo com o circuito.

1ª Atividade:

Relação entre a Intensidade da Corrente Elétrica e a Tensão:

$$R = \frac{U}{i}$$

Anote os valores obtidos da tensão (V), e da intensidade da corrente elétrica (A), no quadro abaixo:

Tabela 3 – Valores de tensão, corrente elétrica e resistência

U (V)	I (A)	R (Ω)

Fonte: Autor

O que você percebe de relação entre as grandezas?

2ª Atividade:

Resistência elétrica variando com a área de seção transversal:

Material Níquel cromo

Anote os valores obtidos da tensão elétrica (V), e da intensidade da corrente elétrica (A), no quadro abaixo:

Tabela 4 – Valores de tensão, corrente elétrica e resistência

Área de secção transversal (mm ²)	<u>U(V)</u>	<u>I(A)</u>	R (Ω)
0,80			
0,65			
0,40			

Fonte: Autor

O que você percebe de relação entre as grandezas?

3ª Atividade:

Resistência elétrica e natureza do material:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Anote os valores obtidos da tensão elétrica (V), e da Intensidade da corrente elétrica (A), no quadro abaixo:

* obs. Os fios de cobre e do aço têm o mesmo diâmetro e comprimento.

Tabela 5 – Valores de tensão, corrente elétrica e resistência

Material	<u>U(V)</u>	<u>I(A)</u>	R (Ω)
Cobre			
Aço			

Fonte: Autor

4ª Atividade:

Resistência variando com o comprimento:

$$R = \rho \frac{l}{A}$$

Anote os valores obtidos da tensão elétrica (V), e da intensidade da corrente elétrica (A), no quadro abaixo:

Tabela 6 – Valores de tensão elétrica, corrente elétrica e resistência

Comprimento (m) (Cobre)	1	0,8	0,6	0,4	0,2
<u>U(V)</u>					
<u>I(A)</u>					
<u>R (Ω)</u>					

Fonte: Autor

4º Passo: Aprofundando o conhecimento (Duração: 2h/a)

Aula expositiva no quadro-giz:

Passo 4a. Corrente Elétrica e suas respectivas unidades:

A expressão “corrente elétrica” trata do movimento dos portadores de carga elétrica. Independentes de serem condutores ou isolantes, todos os corpos possuem cargas elétricas. Isso nos remete à estrutura atômica e à formação do átomo. (falar sobre o modelo atômico e sobre prótons, elétrons e nêutrons)

Cargas elétricas fazem parte da estrutura de todos os átomos, logo todos os corpos possuem cargas elétricas.

Como fazer as cargas elétricas se moverem dentro de um condutor num movimento ordenado (único sentido) ou num movimento oscilatório (alternado)? Como controlar esse movimento das cargas? Aplicando uma força elétrica sobre as cargas livres sempre com a mesma orientação. E para gerar essa força é necessário criar um campo elétrico na região na qual esteja a carga elétrica.

Diálogo com os alunos: E como gerar esse campo?

Para isso é necessário uma diferença de potencial (U) e então surge o importante papel de uma bateria (ou outra fonte de tensão), num circuito elétrico. Todos os circuitos elétricos estão cheios de cargas elétricas (há cargas elétricas dentro do fio, na lâmpada, etc), mas a bateria é a responsável por gerar essa diferença de potencial que fará com que os portadores de carga tenham um movimento ordenado no circuito elétrico. Sem essa fonte de tensão as cargas ali existentes (no fio e na lâmpada) não se movem o suficiente (lembre-se que deve haver

movimento das cargas elétricas para haver corrente elétrica) para fazer o filamento da lâmpada se tornar incandescente e emitir radiação visível. Portanto:

Uma fonte de tensão não dá cargas elétricas ao circuito elétrico, mas faz essas cargas se moverem ao gerar uma diferença de potencial.

É fundamental que se entenda que as cargas elétricas já existem no circuito, mesmo antes de ligarmos os fios à fonte. A diferença de potencial fará as cargas se moverem num único sentido ou oscilando. É errado pensar, por exemplo, que ao clicar um interruptor para acender uma lâmpada em nossa casa, as cargas que estão passando no interruptor são as mesmas que passam pelo filamento da lâmpada.

A **intensidade da corrente elétrica** (i) é a razão entre a quantidade de cargas (q) que passa através da secção transversal de um condutor elétrico num certo intervalo de tempo (Δt):

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

Unidades no SI:

i = ampère (A)

q = coulomb (C)

t = segundos (s)

Passo 4b: Resistência elétrica, Lei de Ohm e suas respectivas unidades

Sujeitando um condutor a diversas tensões (U) percebe-se que a intensidade de corrente (i) que passa no condutor varia conforme varia a tensão. Percebe-se também que fios feitos de materiais diferentes podem apresentar valores diferentes para a intensidade de corrente elétrica que os percorrem. A razão entre a diferença de potencial (U) aplicada num condutor e a intensidade de corrente elétrica (i) que passa na secção transversal desse condutor é definida como a **resistência elétrica** (R) desse condutor:

$$R = \frac{U}{i}$$

Unidades no SI:

R = ohm (Ω)

U = volt (V)

i = ampère (A)

Passo 4c: Resistividade

A resistividade é uma característica de cada condutor. Condutores com as mesmas dimensões (comprimento e área da secção transversal), mesmo em temperaturas iguais e sujeitos à mesma diferença de potencial podem ter intensidades de correntes elétricas diferentes passando nesses condutores. Isso se deve à resistividade, que está relacionada ao material de que cada fio é feito. Portanto, **a resistência elétrica de um fio depende do material que o condutor é feito, de suas dimensões e da temperatura.**

$$R = \frac{\rho l}{A}$$

Unidade no SI:

R = ohm (Ω)

$\rho = \Omega \cdot m$

l = metros (m)

A = m²

5º Passo: Nova situação–problema (Duração: 1h/a)

Professor retomou o desenho da lâmpada realizado no 2º passo dessa UEPS e fazer o seguinte questionamento para os alunos:

- Por que a lâmpada não acende se os dois fios não estiverem nos polos da pilha?

As respostas dos alunos foram escritas no quadro e discutidas.

6º Passo: Diferenciação progressiva (Duração: 1h/a)

Retomada de conceitos por meio da construção de mapas conceituais. A construção dos mapas foi feito em duplas e, ao final, os mapas foram discutidos no coletivo.

7º Passo: Avaliação somativa individual (Duração: 1h/a)

Responda as seguintes questões:

1. (UEFS-BA) Dois condutores metálicos, A e B de mesmo comprimento constituídos do mesmo material possuem áreas de secção transversal respectivamente iguais a Sa e Sb e

estão em equilíbrio térmico entre si. Pode-se afirmar que o condutor A apresenta, em relação ao condutor B, igual:

- a) Massa
- b) Resistividade elétrica
- c) Condutividade elétrica
- d) Resistência elétrica
- e) Grau de agitação dos átomos da rede cristalina

2. (UFC-CE) Um pássaro pousa em um dos fios de uma linha de transmissão de energia elétrica. O fio conduz uma corrente elétrica $i = 1\ 000\text{A}$ e sua resistência, por unidade de comprimento, é de $5,0 \cdot 10^{-5} \Omega/\text{m}$. A distância que separa os pés do pássaro, ao longo do fio, é de 6,0 cm. A diferença de potencial, em milivolts (mV), entre os seus pés é:

- a) 1,0
- b) 2,0
- c) 3,0
- d) 4,0
- e) 5,0

3. Um choque de 220V pode ser fatal? Explique.

4. (UFRGS) Uma quantidade de carga de 120 coulombs passa uniformemente pela secção transversal de um fio condutor durante 1 minuto. Qual a intensidade de corrente elétrica, em ampères, nesse condutor?

5. Quais as partículas responsáveis pela condução de corrente elétrica nos metais?

6. (PUCRS) Um condutor estava sob uma tensão de 100V. Variando-se essa tensão, a corrente no condutor tornou-se três vezes maior. Supondo que a resistência do condutor não variou, calcule o novo valor da tensão em volts.

7. Explique fisicamente como ocorre a formação dos raios.

8. As lâmpadas incandescentes possuem filamentos feitos de tungstênio pelo qual passam correntes elétricas que fazem as lâmpadas brilharem. Quando uma lâmpada é ligada a rede 220V passa uma corrente de 1A pelo filamento, ou seja, a resistência do filamento vale _____. Supondo que o filamento da lâmpada tenha sua resistência elétrica constante, quando a mesma lâmpada for ligada em 110V a corrente no filamento será de _____.

8º Passo: Avaliação da UEPS: análise qualitativa, por parte do professor, de evidências de aprendizagem significativa.

UEPS 2: Potência e Energia elétrica (e transformações)

1º Passo: Definir os conceitos específicos a serem abordados e os objetivos a serem alcançados.

Tópicos: Conceito de Potência e transformações de energia.

Objetivo: compreensão do conceito de potência elétrica e energia.

Subsunçores necessários: carga elétrica, processos de eletrização, força elétrica e campo elétrico.

Total de horas-aula: 10h/a

Princípios da TASC: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 11.

2º Passo: Criar/propor situações que levem o aluno a externalizar seu conhecimento prévio (Duração: 2h/a)

Construção de um mapa conceitual sobre eletricidade. Os alunos deveriam explicar todas as suas representações e conhecimentos sobre o assunto. Essa atividade foi apresentada por cada aluno e, após, entregue ao professor.

2ºa. No próximo momento, o professor entregou a atividade abaixo: (Essa atividade deverá ser trazida pronta para discussão na próxima aula)

Vamos analisar os aparelhos elétricos presentes em nossa residência? (Atividade do Textos de Apoio ao Professor de Física, v.23, n.12, 2012. Tabela de Análise de Consumo)

Na tabela abaixo, procure relacionar os aparelhos elétricos da sua casa que você considera maiores consumidores de energia elétrica, o período diário que eles costumam estar em funcionamento e, a partir dessas informações, estime seus respectivos gastos mensais, supondo que o preço de 1 kWh seja igual a R\$ 0,50. Vamos supor que o período diário em que os aparelhos ficam em funcionamento seja igual durante todo o mês:

Tabela 7 – Listagem dos aparelhos que o aluno considera maiores consumidores de energia

Aparelho														
Transformações de energia envolvidas														
Potência (W)														
:1000=														
Potência (kW)														
x														
Tempo Diário (h)														
=														
Energia Diária (kWh)														
x30=														
Energia Mensal (kWh)														
x														
Quant.														
Preço 1kWh														
Gasto mensal (R\$)														

Fonte: Atividade do Textos de Apoio ao Professor de Física, v.23, n.12, 2012.

3º Passo: Propor situações-problema em nível introdutório que consideram o conhecimento prévio dos alunos (Duração: 2h/a)

Situações Problemas para alunos responderem antes do texto:

- 1) Por que o chuveiro consegue aquecer a água?
- 2) Quais as transformações de energia ocorridas no chuveiro?

Apresentou-se aos alunos o seguinte texto (leitura individual e após, coletiva com o professor):

Notícia site G1.com, de 18/05/2016: “Chuveiro no modo ‘verão’ ou ‘inverno’ faz diferença na conta de luz?”

18/05/2016 09h25 - Atualizado em 18/05/2016 09h25

Chuveiro no modo 'verão' ou 'inverno' faz diferença na conta de luz?

Equipamento é um dos que mais consome energia dentro das casas.

POR CELPE

conteúdo de responsabilidade do anunciante



Chuveiro elétrico é o equipamento que mais consome energia nas casas.

Você sabia que o chuveiro elétrico é responsável por cerca de 25% do consumo de uma residência? Como é um dos equipamentos domésticos de maior potência, acaba consumindo mais energia e, como consequência, impacta diretamente o valor da conta de energia.

Para se ter uma ideia, a potência média de um chuveiro elétrico é de 4.400 W, enquanto a potência média de um ar condicionado de 12.000 BTUs, por exemplo, é de 1.400 W. Ou seja, para quem quer economizar, é inevitável revisar alguns hábitos de uso do chuveiro elétrico.

E faz alguma diferença posicioná-lo na opção “verão” ou “inverno”? A resposta é sim. Na indicação “inverno”, o consumo de energia é 30% maior, em média. Isso acontece porque as posições “inverno” e “verão” regulam a passagem da corrente elétrica, necessária para aquecer a água.

Se você mora em uma região quente, sabe que o calor acaba gerando um aumento da quantidade de banhos de uma casa. Para driblar esse consumo extra, além de deixar o chuveiro no modo “verão”, vale a pena tentar adotar alguns hábitos de consumo que ajudam você a economizar.

Confira:

- Evite banhos demorados.*
- Feche a torneira enquanto se ensaboa. Pode ser um pouco desconfortável, mas faz diferença no consumo.*
- Se for possível, dê preferência aos sistemas solares de aquecimento de água. Eles são mais econômicos e ainda ajudam a preservar o meio ambiente.*
- Procure limitar seu tempo debaixo da água quente ao mínimo indispensável.*
- Nos dias quentes, mantenha a chave de temperatura na posição "verão" e, se conseguir, estenda esse hábito para dias de temperaturas amenas.*

Fonte: <http://g1.globo.com/peernambuco/especial-publicitario/celpe/desligue-o-desperdicio/noticia/2016/05/chuveiro-no-modo-verao-ou-inverno-faz-diferenca-na-conta-de-luz.html>

No texto que acabamos de ler, podemos perceber que a transformação de energia elétrica em energia térmica é menor com a chave no modo verão, aquecendo menos a água. Chuveiro elétrico é o equipamento utilizado para transformar energia elétrica em térmica, no aquecimento da água, o que ocorre devido à passagem do fluxo de elétrons no resistor

Situação-Problema:

Seu aniversário está chegando e você vai dar uma festa! Todos os itens que você precisa estão providenciados com exceção de um: um mini system para tocar suas músicas e dançar com seus amigos. Você resgata todas as suas economias e vai em busca da melhor compra. Você se interessa por dois modelos presentes em catálogos de produtos de lojas:

Figura 4 – Modelos de Mini System



Fonte: Catálogos lojas de móveis e eletrodomésticos

Você percebe que há uma grande diferença no custo desses produtos. Apesar de pertencerem ao mesmo fabricante, um custa R\$ 1799,00 e o outro R\$ 847,00. Por que a diferença no valor?

Qual(is) outra(s) diferença(s) você percebe ao analisar os dois produtos?

O que significa um ser 1800W e o outro 440W RMS? O que é a sigla W e RMS? Explique.

Por que é importante saber a potência dos aparelhos elétricos?

(Discutir com alunos a respeito da unidade BTUs.)

(1h/a) Atividade para casa para ser discutida na próxima aula: (Atividade para ser realizada em dupla)

Você deve escolher dois ou mais aparelhos elétricos para ligar em sua casa (pode ser chuveiro, ferro elétrico, liquidificador, etc.). O colega que fez dupla com você deverá gravar o relógio de luz no exato momento que você ligar o aparelho elétrico escolhido. Pode filmar por alguns segundos. Após, vocês deverão responder aos seguintes questionamentos:

1. O que você percebeu no contador quando iniciou a filmagem e, ao mesmo tempo, ligou o aparelho? Explique.
2. Compare a velocidade do disco nas situações. O que você pode concluir?

Esses questionamentos foram apresentados e discutidos com professor e colegas.

4º Passo: Aprofundando o conhecimento (Duração: 2h/a)

Aula expositiva no quadro-giz:

Potência elétrica, medida em W, indica a quantidade de energia elétrica em joules (J) transformada num aparelho em cada segundo de funcionamento. Se o aparelho fica ligado mais de um segundo, você deve multiplicar este **tempo** (em segundos) pela **potência** (em watts) para obter a quantidade de **energia transformada** (em joules).

Retomada de discussões utilizando a tabela do 2º passo (Por que na conta de luz é em kWh e não em joules)

A energia, de uma forma geral, pode ser entendida como sendo a capacidade de uma força aplicada um corpo, realizar trabalho. Sabemos que o trabalho pode ser representado matematicamente por:

$$W = F d \cos\theta$$

Onde: W = trabalho realizado pela força

F = força

θ = ângulo entre a força F e o deslocamento d

Podemos dizer então que o trabalho mede a energia transferida pela atuação de uma força.

Portanto:

Falar de trabalho é falar de energia e conseqüentemente de potência!

Então, dessa conclusão podemos relacionar a potência com o trabalho de uma força aplicada a um corpo. A potência nada mais é do que a razão entre trabalho e o tempo, em segundos (s).

Matematicamente, a potência será:

$$P = \frac{W}{t}$$

Consideremos um certo trecho XY de um circuito elétrico, no qual é ligado a um aparelho elétrico qualquer. Nesse aparelho, a energia elétrica está se transformando em outro tipo de energia. O trabalho realizado pela força elétrica sobre a carga elétrica ΔQ que se movimenta ao longo do aparelho, sob tensão U, entre os pontos X e Y é dado por $W = \Delta Q \cdot U$. Considerando um intervalo de tempo Δt , a potência, então, será dada por:

$$P = \frac{\Delta Q \cdot U}{\Delta t}$$

Mas, sabemos que, $\Delta Q/\Delta t = i$, onde i é a intensidade de corrente que circula pelo fio. Substituindo na equação, teremos:

$$P = i \cdot U$$

Unidade no SI: W (watts)

Nos aparelhos elétricos, costuma-se gravar a potência que o aparelho consome e a ddp sob a qual esse consumo é realizado. O trabalho da força elétrica $W = \Delta Q \cdot U$ corresponde à energia elétrica E consumida pelo aparelho. Então, podemos escrever $E = \Delta Q \cdot U$. Considerando que esse consumo ocorreu num intervalo de tempo Δt , podemos escrever:

$$P = \frac{W}{\Delta t}$$

$$\rightarrow W = P \cdot \Delta t \text{ ou } E = P \cdot \Delta t$$

- Relembrou-se aos alunos que energia elétrica é um tipo de energia que pode ser transformada em outro!

5º Passo: Nova situação–problema (Duração: 2h/a)

Examine a sua conta de luz mais recente. Qual foi a potência consumida? Qual o valor da conta? Existe um desconto para a eletricidade usada fora das horas de pico? Estude e proponha medidas para reduzir a conta de energia elétrica em pelo menos 10%. (Fonte: Livro Física Viva, Trefil e Hazen, vol.2, LTC, 2006)

6º Passo: Reconciliação progressiva

- Reelaboração de um mapa conceitual

Responda: Você modificaria algo em seu mapa? Se sim, qual a versão final de seu mapa?

7º Passo: Avaliação somativa individual (1h/a)

Responda:

1. Por que não podemos caracterizar um aparelho consumidor somente por sua potência elétrica?
2. “Preciso comprar um chuveiro para ligar na rede elétrica de 220W.” Essa frase está correta? Justifique.

3. Quanto tempo deveria estar ligada uma lâmpada elétrica de 60W para que consumisse a mesma energia elétrica de um chuveiro de potência 5400W, ligado durante 20 minutos?
4. A tabela abaixo mostra alguns aparelhos eletrodomésticos, sua potência e o intervalo de tempo que permanecem ligados durante um dia:

Quantidade	Aparelho	Potência(W)	Intervalo de Tempo (h)
6	Lâmpadas	60	10
2	Chuveiro	3600	1
1	Torneira elétrica	4000	1
1	TV	100	8

Determine:

- a) O consumo, em kWh, de energia elétrica num dia;
 - b) O custo da energia elétrica consumida num dia, sabendo-se que 1 kWh custa em média R\$ 0,50.
5. Quais ações você pode desenvolver em sua residência para diminuir o gasto mensal com energia elétrica?
 6. O que é mais caro: tomar um banho de chuveiro de meia hora ou deixar uma lâmpada ligada a noite toda? (Situação Livro Física e Realidade, Gonçalves e Toscano)
 7. Considere uma secadora de roupas com potência 1200W. Qual o significado desta indicação? Que transformações de energia ela realiza quando em funcionamento?
 8. (Enem 2009) A instalação elétrica de uma casa envolve várias etapas, desde a alocação dos dispositivos, instrumentos e aparelhos elétricos, até a escolha dos materiais que a compõem, passando pelo dimensionamento da potência requerida, da fiação necessária, dos eletrodutos*, entre outras.

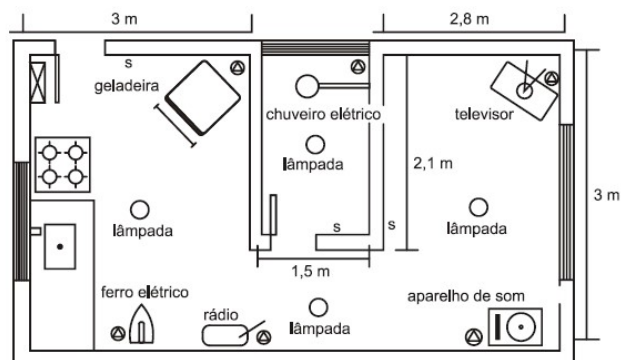
Para cada aparelho elétrico existe um valor de potência associado. Valores típicos de potências para alguns aparelhos elétricos são apresentados no quadro seguinte:

Aparelhos	Potência (W)
Aparelho de som	120
Chuveiro elétrico	3.000
Ferro elétrico	500
Televisor	200
Geladeira	200
Rádio	50

*Eletrodutos são condutos por onde passa a fiação de uma instalação elétrica, com a finalidade de protegê-la.

A escolha das lâmpadas é essencial para obtenção de uma boa iluminação. A potência da lâmpada deverá estar de acordo com o tamanho do cômodo a ser iluminado. O quadro a seguir mostra a relação entre as áreas dos cômodos (em m²) e as potências das lâmpadas (em W), e foi utilizado como referência para o primeiro pavimento de uma residência.

Área do Cômodo (m ²)	Potência da Lâmpada (W)		
	Sala/copa /cozinha	Quarto, varanda e corredor	banheiro
Até 6,0	60	60	60
6,0 a 7,5	100	100	60
7,5 a 10,5	100	100	100



Obs.: Para efeitos dos cálculos das áreas, as paredes são desconsideradas.

Considerando a planta baixa fornecida, com todos os aparelhos em funcionamento, a potência total, em watts, será de

- 4.070
- 4.270
- 4.320
- 4.390
- 4.470

8º Passo - Avaliação da UEPS: análise qualitativa, por parte do professor, de evidências de aprendizagem significativa.

UEPS 3: CIRCUITOS ELÉTRICOS

1º Passo: Definir os conceitos específicos a serem abordados e os objetivos a serem alcançados.

Objetivo: compreender funcionamento de circuitos elétricos, bem como a associação de resistores em série e em paralelo.

Subsunçores necessários: carga elétrica, corrente elétrica, força elétrica, campo elétrico. (conceitos da eletrostática); tensão e potência, corrente, Lei de Ohm.

Total de horas-aula: 10h/a

Princípios da TASC:

2º Passo: Criar/propor situações que levem o aluno a externalizar seu conhecimento prévio (Duração: 1h/a)

Situação inicial:(1h/a)

Pré-teste Circuitos Elétricos (Fonte: Textos de Apoio ao Professor de Física, v. 25, n.5, 2014, UFRGS)

3º Passo: Propor situações-problema em nível introdutório que consideram o conhecimento prévio dos alunos (Duração: 3h/a)

3a. Situações Problema introdutórias:

- 1) O que é um circuito elétrico?
- 2) Quais elementos devem conter em um circuito elétrico para ele funcionar?
- 3) Desenhe um circuito elétrico.

3b. Atividades Experimentais: circuito simples, série e em paralelo. Duração: (2h/a)

Montagem de circuito simples:

Materiais fornecidos aos alunos para montagem de um circuito simples:

- Dois fios finos flexível de 15 cm cada, com as extremidades descascadas.
- Uma pilha de 1,5 volts.
- Uma lâmpada de lanterna.

Situação Problema: Como acender a lâmpada com o material que foi entregue?

Passos para construção da atividade:

Distribuiu-se o material para cada grupo (3 alunos) e solicitou-se que eles tentem acender a lâmpada. Inicialmente use os dois fios, a pilha e lâmpada, aguarde até que os grupos consigam sozinhos acender.

Pediu-se aos alunos que façam o trabalho em grupo, onde um deles segura a lâmpada, outro os fios e outro a pilha.

Normalmente não conseguem acender a lâmpada instantaneamente, pois pensam que não são necessários os dois polos da pilha, outros pensam que os fios que saem da pilha podem ficar juntos.

Questões que alunos responderam após a atividade:

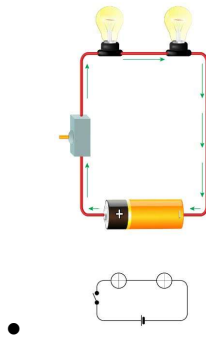
1. Identifique na montagem quem é o gerador. E onde localizam seus polos.
2. Identifique na montagem do circuito quem é o resistor.
3. Identifique na montagem do circuito quem são os condutores.
4. Depois que conseguirem acender usando os dois fios, desafie os grupos a acenderem a lâmpada, usando a pilha e apenas um dos fios.

Montagem Circuito em Série

Material

- 3 lâmpadas de 1,1 ~ 2,0 V
- 1 pilha de 1,5V
- 3 soquetes de lâmpada
- Fios condutores
- Monte um circuito elétrico composto por uma pilha e duas lâmpadas, conforme a figura a seguir (associação em série):

Figura 5 – Associação em série



Fonte: <http://almanaquebiológico.blogspot.com>

Responda:

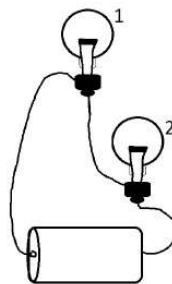
1) Qual a intensidade da corrente de cada lâmpada no circuito em série?

Montagem Circuito em Paralelo

Material

- 3 lâmpadas de 1,1 ~ 2,0 V
- 1 pilha de 1,5V
- 3 soquetes de lâmpada
- Fios condutores
- Monte um circuito elétrico composto por uma pilha e duas lâmpadas, conforme a figura a seguir (associação em paralelo).

Figura 6 – Associação em paralelo



Fonte: Questão vestibular UEMG Física

- Como é a intensidade de brilho das lâmpadas? (Compare umas com as outras e com o brilho padrão.)
- Como é a tensão de cada lâmpada?
- O que acontece com a corrente estabelecida pela pilha no nó?

Agora, retire uma das lâmpadas do soquete e responda:

O que acontece com a outra lâmpada em termos de corrente elétrica, tensão elétrica e brilho?

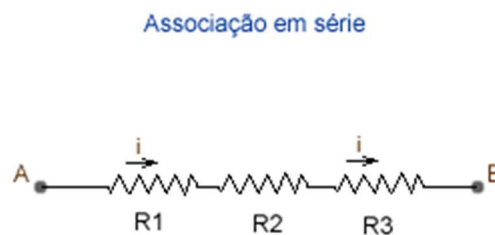
4º Passo: Aprofundando o conhecimento (Duração: 2h/a)

Aula expositiva no quadro-giz:

Associação de resistores em série

Na associação em série todos os resistores são percorridos pela mesma corrente elétrica. Essa associação oferece apenas um caminho para a corrente elétrica. Na figura abaixo, temos um exemplo de associação em série e o resistor equivalente:

Figura 7 – Circuito elétrico de resistores em série



Fonte: <http://efeitojoule.com>

Todos os resistores são percorridos por uma corrente elétrica de mesma intensidade, mas cada resistor está submetido a uma d.d.p. correspondente (U_1 , U_2 e U_3). Utilizando-se a equação de definição da resistência elétrica pode-se expressar as ddp (s) em cada resistor e no resistor equivalente como segue:

$$U_1 = R_1 \cdot i, U_2 = R_2 \cdot i, U_3 = R_3 \cdot i \text{ e } U = R \cdot i,$$

Como a diferença de potencial é uma grandeza escalar que informa qual é o trabalho do campo elétrico que uma carga unitária sofreria se passasse de um ponto para o outro, e como o trabalho elétrico total entre dois pontos é a soma dos trabalhos parciais, pode-se afirmar que a diferença de potencial total da associação é igual à soma algébrica das diferenças de potencial em cada resistor. Logo, podemos escrever:

$$U = U_1 + U_2 + U_3, \text{ ou } R \cdot i = R_1 \cdot i + R_2 \cdot i + R_3 \cdot i.$$

Dividindo-se a última expressão por i , obtém-se a expressão do resistor equivalente numa associação em série:

$$R = R_1 + R_2 + R_3.$$

A resistência do resistor equivalente, em uma associação em série, é igual à soma das resistências dos resistores associados.

A associação de resistores em série não é conveniente para aparelhos elétricos em uma residência, por exemplo. Se um aparelho estivesse desligado ou deixasse de funcionar, interromperia todo o circuito. Na figura abaixo temos uma associação em série de lâmpadas. Se qualquer uma delas fosse retirada ou tivesse sua resistência queimada, as demais deixariam de acender.

Associação de resistores em Paralelo

Quando os resistores estão ligados de modo que são oferecidos dois ou mais caminhos para a corrente elétrica, se diz que a associação é em paralelo. O número de caminhos para a corrente elétrica é igual ao número de resistores e os terminais de todos os resistores devem estar ligados à mesma fonte de energia.

Figura 8 – Circuito elétrico de resistores em paralelo



Fonte: <http://efeitojoule.com>

Na figura acima está representado um circuito formado por três resistências associadas em paralelo e ligadas a um gerador (pilha, bateria ou a uma tomada da rede elétrica). Características da associação em paralelo: A corrente total se divide, passando uma parte por

cada resistência, de modo que pela resistência maior passa a intensidade menor e vice-versa. Então, podemos dizer que:

$$i = i_1 + i_2 + i_3$$

Utilizando-se a equação de definição da resistência elétrica:

$$i_1 = U/R_1; i_2 = U/R_2; i_3 = U/R_3 \text{ e } i = U/R, \text{ teremos:}$$

$$U/R = U/R_1 + U/R_2 + U/R_3$$

Dividindo-se toda a expressão por U, encontramos a equação que nos permite calcular a resistência equivalente em associações em paralelo:

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

O inverso da resistência do resistor equivalente, em uma associação em paralelo, é igual à soma dos inversos das resistências dos resistores associados.

Em nossas residências, escolas e estabelecimentos em geral, os aparelhos elétricos são ligados em paralelo. Veja algumas conseqüências de uma associação de resistores em paralelo:

- Se um dos aparelhos é desligado ou danificado os outros não sofrem nenhuma alteração no seu funcionamento.
- A d.d.p. é a mesma para todos os resistores associados.
- Se as resistências são iguais, a corrente elétrica total é dividida em partes iguais.
- Quando as resistências são diferentes, o resistor de menor resistência é o que é percorrido por maior intensidade de corrente, portanto é o que dissipa maior potência.
- Quanto maior for o número de resistores associados, menor será a resistência e, conseqüentemente, maior será a intensidade de corrente elétrica total da associação. Na instalação elétrica de uma residência, por exemplo, são colocadas chaves automáticas ou disjuntores, que se desligam quando a corrente ultrapassa um certo valor, para evitar acidentes devido ao superaquecimento dos fios.

Quadro 1 - Resumo das características das associações de resistores em série e em paralelo:

Associação em série	Associação em paralelo
$i = i_1 = i_2 = i_3$	$i = i_1 + i_2 + i_3$
$U = U_1 + U_2 + U_3$	$U_1 = U_2 = U_3 = U$
$R = R_1 + R_2 + R_3$	$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$

5º Passo: Nova situação–problema (Duração: 1h/a)

Um circuito é formado por três lâmpadas idênticas, (L1, L2 e L3) ligadas a uma bateria de 12V, conforme a figura. Analise a situação e responda: (Fonte: Textos de Apoio ao Professor de Física, v.17, n. 1, p.52, 2006, UFRGS)

Figura 9 – Circuito com três lâmpadas e fonte



Fonte: Textos de Apoio ao Professor de Física, v.17, n. 1, p.52, 2006, UFRGS

- Se a corrente elétrica na lâmpada da direita for de 2 A, qual será a corrente elétrica nas outras lâmpadas? Justifique sua resposta.
- Qual será a voltagem nos terminais de cada uma das lâmpadas?
- Se aumentarmos a voltagem da fonte, o que acontecerá com o brilho das lâmpadas?
- Se a lâmpada do meio queimar, o que acontecerá com o brilho das outras? Por quê?

6º Passo: Reconciliação progressiva (2h/a)

Em grupos de 4 alunos: Foram fornecidos diversos materiais para a montagem de circuitos em série e em paralelo. Os estudantes montaram e apresentaram para a turma efetuando as montagens e explicando o funcionamento do circuito do ponto de vista físico e comentando suas aplicações em nosso cotidiano.

7º Passo: Avaliação somativa individual (1h/a)

Responda:

1. Uma bateria possui força eletromotriz de 12 V, resistência interna de $0,5 \Omega$. e está ligada a um resistor R, fornecendo uma corrente elétrica de 2 A.
 - (a) Represente o circuito descrito e determine:
 - (b) A d.d.p. nos terminais da bateria nessas condições.
 - (c) O valor da resistência elétrica R.
 - (d) A potência elétrica dissipada pela bateria.
 - (e) A potência elétrica utilizada pelo circuito externo.
 - (f) A potência elétrica total fornecida pela bateria.
 - (g) A energia entregue ao circuito externo, se a bateria permanecer ligada durante 30 minutos.
 - (h) O rendimento da bateria, nessa situação. Explique o significado do número obtido.

8º Passo - Avaliação da UEPS: análise qualitativa, por parte do professor, de evidências de aprendizagem significativa.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para análise dos resultados, utilizou-se os seguintes instrumentos: entrevista e questionário sobre a Análise de Circuitos Simples; Mapas conceituais. Justifica-se essa escolha pelo motivo de ser três UEPS com grande variedade de atividades e precisa-se escolher as que contribuirão na resposta à questão de pesquisa proposta buscando evidências de aprendizagem significativa do tema escolhido.

As UEPS foram cuidadosamente elaboradas levando em conta os conhecimentos prévios dos alunos como propõe o referencial teórico abordado e a avaliação dessas atividades é realizada durante todo o processo, tanto nas situações-problema propostas, quanto na elaboração de mapas conceituais e avaliações individuais ao final de cada atividade. Portanto, a avaliação não é vista como uma punição aos alunos, pois para Ausubel esta é importante em todas as etapas do processo, tanto início, quanto meio e fim e *significa emitir um julgamento de valor ou mérito, examinar os resultados educacionais para saber se preenchem um conjunto particular de objetivos educacionais* (Ausubel, 1980, p.501). Ainda, se tratando da avaliação da aprendizagem, Lemos (2011), enfatiza que Ausubel:

[...] enfoca avaliação como aspecto central para a promoção de aprendizagem em sala de aula, já que é a partir da mesma que se pode verificar os conceitos que o aprendiz já conhece antes da efetivação do ensino, acompanhar e aperfeiçoar a evolução da aprendizagem e verificar se os objetivos foram alcançados, assim como se a organização dos assuntos e as estratégias utilizadas foram as mais eficazes e apropriadas. (Lemos, 2011, p.32)

Dessa forma, esse tipo de avaliação pode possibilitar aos alunos uma maior autonomia, pois é ele quem avalia sua própria aprendizagem. Geralmente, no modelo tradicional de ensino, os alunos são avaliados somente ao final do trimestre. Isso não possibilita aos alunos perceberem como está o seu processo de ensino-aprendizagem.

A preocupação da análise possui ênfase no processo de ensino-aprendizagem. Por se tratar de um processo, no qual existem evidências de que não são nas três UEPS implementadas em sala de aula, num curto período de três meses, que haverá aprendizagem significativa. Muitos conceitos já estão internalizados no cognitivo do aluno.

Para a análise da entrevista realizada com o objetivo de levantar os conhecimentos prévios dos alunos antes de estruturar as UEPS, utilizou-se os modelos explicativos (categorias de análise a priori) mais recorrentes baseados em concepções alternativas, presentes em estudos anteriores, segundo Andrade, Barbosa, Silveira e Santos (2018):

Modelo I (M I): A corrente elétrica é emitida pela fonte (bateria, pilha ou gerador) a partir de um dos polos e é consumida durante sua passagem no circuito, de modo que sua intensidade diminui ao ultrapassar algum elemento do circuito.

Modelo II (M II): Correntes elétricas deixam a fonte a partir de ambos os polos, sendo usadas quando se encontram nos elementos do circuito.

Modelo III (M III): A intensidade da corrente é determinada pelo elemento através do qual ela está passando. Ela não pode ser influenciada por um elemento onde ainda não passou. Ou seja, a corrente é vista como algo que atravessa o circuito ponto a ponto, afetando cada elemento no momento que o atinge. Assim, uma mudança em um ponto do circuito não afeta o comportamento do circuito nos pontos anteriores.

Modelo IV (M IV): A corrente é uma propriedade exclusiva do gerador. Ela é independente dos demais elementos do circuito.

Para análise da entrevista inicial e questionário final, utilizou-se também, além dos modelos acima, o **Modelo Científico (MC)**, ou **Modelo Conceitual**, que é descrito por Brandão, Araújo e Veit (2008), como sendo uma representação simplificada, idealizada, por um sistema ou fenômeno natural, aceita pela comunidade científica.

A fim de facilitar a discussão dos resultados, os instrumentos escolhidos para realização da análise no âmbito dessa dissertação, serão discutidos um a um, como será evidenciado abaixo:

➤ **Instrumento de análise 1: Entrevista** – Total de entrevistas realizadas: 20 (100%)

Quadro 2 - Questão 1: Lâmpada com maior brilho

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
18 (90%)	L1	Há proximidade com o sinal de “+” do circuito.
2 (10%)	L3	Pois como o elétron é negativo há maior proximidade com o negativo do circuito

Análise das respostas:

Percebe-se que 90% dos estudantes associam o brilho da lâmpada com o sinal positivo do circuito e 10% deles associam com o sinal negativo. Acredita-se que esse fato, provavelmente, deve-se pela associação que o aluno faz com o elétron. Esses alunos inferem que os elétrons circulam pelo circuito, porém não associam com corrente elétrica.

Nenhum dos estudantes respondeu que as três lâmpadas possuem o mesmo brilho. Os sinais de positivo e negativo na representação do circuito dão a ideia para os estudantes de que há um caminho a ser percorrido no mesmo.

As respostas dos alunos apresentam indícios de estarem em acordo com o **M I**, pois inferem que a corrente circula de um polo a outro, porém ela “gasta” no decorrer do circuito. Por esse motivo, as lâmpadas mais próximas de um dos polos é que possui maior brilho.

Essas ideias e dificuldades de aprendizagem estão de acordo com as evidenciadas por Pozzo, já apresentadas no escopo da dissertação, Seção 5, no qual os estudantes compreendem a corrente elétrica como um fluido material que está armazenado na fonte e é consumido pela lâmpada.

Quadro 3 - Questão 2: Lâmpada com maior brilho (resistor no circuito)

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
--------------	----------	-------------------

11 (55%)	L1	A resistência “puxa” mais para esse lado.
5 (25%)	L2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois o resistor está do lado do menos; ➤ Pois recebe mais energia.
3 (15%)	L1 e L2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Por causa do resistor; ➤ Pois tem mesma energia, mesma carga.
1 (5%)	Nenhuma	Por causa da resistência, vai ficar brilhando igual.

Análise das respostas:

Os alunos inferem que o resistor interfere no funcionamento do circuito. Essa constatação deve-se ao fato de que 55% dos alunos responderam que a lâmpada L1 é que possui o maior brilho pois, como podemos ver na justificativa, a resistência “puxaria” mais. A explicação parece estar condizente com o apresentado no **M I**, pois a corrente possui um caminho a percorrer, que, nesse caso, seria do polo positivo para o negativo.

Já um outro grupo de estudantes (25%) possuem a concepção de que a corrente circula do polo negativo para o positivo e que ela é “gasta” no meio desse percurso por existir a resistência. Resposta também condizente com o **M I**. Alguns alunos (15%) possuem a concepção cientificamente aceita, considerando que a corrente não “gasta” no decorrer do caminho pelo circuito, justificando pelo fato de que as lâmpadas brilham da mesma forma pois possuem mesma energia/mesma carga.

Quadro 4 - Questão 3: Circuito em paralelo com duas lâmpadas e um resistor

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
7 (35%)	L1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tem resistência; ➤ Por causa do positivo.
10 (50%)	L2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porque “tá” direto; ➤ Recebe mais energia; ➤ Ligado mais “coisas”.
3 (15%)	L1 e L2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lado positivo; ➤ Ligadas único resistor.

Análise das respostas:

Dos 20 alunos, 50% responderam que a L2 brilha mais e como uma das justificativas apresentada considera que essa lâmpada recebe mais “energia”. Provavelmente, os alunos optam por essa resposta por acreditarem que uma parte da corrente é consumida pela resistência, resultando em um menor brilho para L1. Um outro grupo de alunos (35%) responde que a lâmpada L1 terá um maior brilho com a justificativa de que há resistência ou por causa do

positivo. Provavelmente essa resposta seja pelo motivo de a lâmpada vir antes da resistência, considerando que o caminho percorrido pela corrente seja do polo positivo para o polo negativo. Essas respostas apresentadas pelos estudantes estão de acordo com o **M I**.

Quadro 5 - Questão 4: Circuito com duas lâmpadas em série e interruptor

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
7 (35%)	Apaga/Desliga	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Corta energia; ➤ Abre e continua ligada; ➤ Energia interrompida; ➤ Abre interruptor.
5 (25%)	Continua o mesmo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Interruptor das duas.
5 (25%)	Aumenta	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Energia fica toda pra ele; ➤ L2 diminui e aumenta luminosidade.
2 (10%)	Diminui	<ul style="list-style-type: none"> ➤ L2 mais próxima do interruptor; ➤ Abre interruptor.
1 (5%)	Não respondeu	Não respondeu

Análise das respostas:

Do total de 20 alunos, 35% responderam que a lâmpada L1 apaga/desliga pois há um corte de energia, ou seja, só vai circular corrente onde está a L2. Provavelmente, eles analisam o circuito, a partir de seus elementos, de forma isolada. Outro grupo de alunos (25%) respondeu que o brilho de L1 continua o mesmo. As respostas desses grupos de alunos estão condizentes com o **M III**, pois ao ligar ou desligar o interruptor não afeta o elemento anterior do circuito, no caso a L1.

Quadro 6 - Questão 5: Circuito a e b com uma lâmpada e posição diferente para o resistor

(continua)

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
6 (30%)	5a	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Recebe mais energia; ➤ Lado positivo; ➤ Lâmpada lado de cima.
13 (65%)	5b	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Resistor antes da lâmpada; ➤ Recebe mais energia; ➤ Negativo dos elétrons; ➤ Resistor do lado positivo; ➤ Voltagem da resistência.

1 (5%)	5a e 5b	➤ Não há influência pois está do lado oposto.
--------	---------	---

Análise das respostas:

Percebe-se que um número de alunos (65%) respondeu que a a lâmpada brilha mais no circuito 5b, pois atribuem que a corrente circula do polo negativo para o positivo. Uma das justificativas apresentadas é de que essa lâmpada estaria recebendo mais energia e que o resistor está posicionado antes da lâmpada. Outra justificativa por ela brilhar mais se dá pelo fato do negativo dos elétrons. Um outro grupo de alunos (30%) escolheu como resposta correta que no circuito 5a a lâmpada brilha mais, justificando que ela recebe mais energia e também pela posição da lâmpada no circuito, como por exemplo, que está do “lado positivo” ou que a “lâmpada lado de cima” Essas explicações, tanto de alunos que responderam que brilha mais no 5a ou 5b estão de acordo com o **Modelo explicativo II**.

Quadro 7 - Questão 6: Circuito com lâmpada resistor e interruptor

Interruptor fechado:

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
14 (70%)	Desliga/Apaga	➤ Interrompe energia.
4 (20%)	Acende	➤ Cai energia.
2 (10%)	Não sei	➤ Não sei.

Interruptor aberto:

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
7 (35%)	Acesa/Ligada/Brilha	➤ Passa energia; ➤ Tem resistência.
1 (5%)	Nada	➤ Não sei.
4 (20%)	Mais fraca	➤ Aberto lado positivo.
8 (40%)	Não respondeu	Não respondeu

Análise das respostas:

Percebe-se que, ao serem questionados sobre o o que acontece com a lâmpada ao fechar o interruptor do circuito, 70% responderam que a lâmpada desliga/apaga com a justificativa de que a energia se interrompe. Já, quando o interruptor está aberto, 35% dos estudantes, inferem que a lâmpada acende/liga/brilha com as justificativas de que passa energia ou porque possui

resistência. Essas concepções dos alunos estão claramente associadas com o **M III**, no qual a corrente não pode ser influenciada por um elemento onde ainda não passou.

Quadro 8 - Questão 7: Circuito Misto com 4 lâmpadas

Item a:

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
16 (80%)	L1 brilha mais	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois é a primeira lâmpada; ➤ Entre ela tem mais duas; ➤ Positivo; ➤ Capacidade; ➤ Mais força.
3(15%)	L4 brilha mais	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Está do lado negativo; ➤ Energia diminui.
1 (5%)	L1 e L4 brilham igual	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Energia passa igual de um para outro.

Item b:

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
9 (45%)	L2 brilha mais	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Está ligada com 1 e 3; ➤ Está no meio; ➤ Negativo e positivo; ➤ Mais próxima sinal de “+”; ➤ Tem lâmpada embaixo.
4 (20%)	L4 brilha mais	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mais próxima da fonte; ➤ Está fechado; ➤ Está mais perto.
3 (15%)	L2 e L4 brilham igual	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Próximas da divisão; ➤ Divisão de energia.
4 (20%)	Não respondeu	Não respondeu

Análise das respostas:

Ao analisarmos as respostas do item (a), percebe-se que um grupo de estudantes (80%) respondem que a lâmpada L1 brilha mais ao ser comparada com L4. Nas justificativas, percebe-se que os estudantes associam que L1 possui maior brilho por estar mais próxima do sinal positivo do circuito, provavelmente, por terem a concepção de que a corrente circula do polo positivo para o negativo, sendo assim, a corrente é mais forte na L1 e vai “gastando” ao longo do circuito.

Um aluno possui a concepção de que as duas lâmpadas brilham igualmente pois a “energia” passa da mesma forma para as duas lâmpadas. Esse aluno, provavelmente, está

analisando o circuito como um todo e possui a concepção de que a corrente circula em todos os elementos do circuito. As respostas a esta questão apresentam concepções muito próximas das que foram evidenciadas na questão 1, aproximando-se também do **M I**.

No item (b), 45% dos alunos respondeu que a L2 brilha mais ao ser comparada com L4. Outros 20% inferiu que L4 brilha mais e 15% que L2 e L4 terão o mesmo brilho. Percebe-se que numa das justificativas apresentadas, um aluno justifica que L4 brilha mais por estar “mais próxima da fonte”. Essa justificativa parece estar de acordo com o **M IV**, no qual a corrente é uma propriedade exclusiva do gerador. Ela é independente dos demais elementos do circuito. As demais justificativas apresentam indícios de estarem de acordo com o **M I**.

Quadro 9 - Questão 8: Mesmo circuito questão anterior, porém tirou-se L3

Item a:

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
15 (75%)	L1 brilha mais na Figura 10	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pos não tem lâmpada no meio; ➤ Possui energia; ➤ Lâmpada a menos; ➤ Não tem ligação com L3; ➤ Não tem interruptor.
3 (15%)	Mesmo brilho nas duas figuras (Não muda nada)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois não empresta para L3; ➤ Equilíbrio.
2 (10%)	Não respondeu	Não respondeu

Item b:

(continua)

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
8 (40%)	L4 brilha mais na figura 10	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mesmo brilho; ➤ Não sabe o porquê; ➤ Mesma carga; ➤ Falta L3; ➤ Duas são negativas; ➤ Mudou L2.
7 (35%)	Brilho diminui na figura 10	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Lâmpada a mais; ➤ Carga positiva.
5 (25%)	Não respondeu	Não respondeu

Análise das respostas:

No item (a), percebe-se que 75% dos alunos respondem que a L1 brilha mais na Figura 10, justificando, por exemplo, pelo fato de “não ter lâmpada no meio”. Essa justificativa, provavelmente, está associada ao motivo de que a corrente “gasta menos”. Tanto essa como as outras justificativas apresentadas pelos estudantes, provavelmente, estão relacionadas com o fato de que eles possuem a concepção de analisar o circuito não como um sistema, mas como partes desse sistema, não interferindo no todo quando algo acontece numa dada posição do circuito. Essas respostas estão de acordo com o que é apresentado no Modelo I.

Já, 15% dos estudantes inferem que não muda nada no brilho da lâmpada em questão, “pois não empresta para L3” e porque “está em equilíbrio”. Provavelmente, os estudantes possuem a concepção de acordo com o **M III**, no qual uma mudança em um ponto do circuito não afeta o comportamento nos pontos anteriores.

No item (b), 40% dos estudantes responderam que a lâmpada L4 brilha mais na figura 10. Do total de alunos 35% inferiu que o brilho de L4 diminui na figura 10. Dentre as justificativas apresentadas, percebe-se que estas estão condizentes com o **M I**.

Quadro 10 - Questão 9: Circuito em paralelo

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
6 (30%)	(a)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Não sabe; ➤ A energia das duas fica mais “pesada”; ➤ Mesmo brilho; ➤ Mesmo nível.
8 (40%)	(b)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Densidade; ➤ L1 passa energia para as outras; ➤ L1 está no positivo; ➤ Não sabe.
5 (25%)	(c)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Não sabe; ➤ Sincronizadas; ➤ Recebem mesma energia; ➤ Divide com as três; ➤ Não tem resistor.
1 (10%)	Não respondeu	Não respondeu

Análise das respostas:

Nessa questão, em particular, foram concedidas três opções alternativas para os alunos escolherem e, após, justificarem sua escolha. 40% escolheu a alternativa (b), com diversificadas justificativas, sendo uma delas a “densidade”. Não ficou claro o que o aluno quis inferir com essa resposta, pois sabe-se que na Física, o conceito de densidade (massa específica para os

fluidos) é a razão entre a variação de massa pela variação do volume (Halliday, 2009). Ainda, as outras justificativas apresentadas parecem estar de acordo com o **M I**, pois inferem que a intensidade da corrente diminui ao ultrapassar algum elemento do circuito.

Já, 30% escolheram a alternativa (a) que é a alternativa correta, considerada como **MC**, embora em suas justificativas não haver relação com a resposta dada. Por fim, 25% dos alunos optaram pelo item (c) e as suas justificativas parecem condizer com o **M I** apresentado.

Quadro 11 - Questão 10: Circuito misto com 5 lâmpadas

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
7 (35%)	L1 brilha e L5 não brilha	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois aqui está aberto e não passa pra lá e não ascende as outras; ➤ Porque ela vem depois de L3 e então não passa corrente e daí ela não vai pegar corrente elétrica também; ➤ Pois o interruptor está aberto; ➤ Porque se essas aqui não estão ligadas, não está passando energia pra lá; ➤ Não sei.
2 (10%)	L1 e L5 apagadas	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Se fechasse o interruptor elas brilhariam; ➤ Porque estão ligados junto com L2 e o L5 está com L3 e eles desligam e ela desliga também.
8 (40%)	L1 e L5 brilham	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois o interruptor está aberto; ➤ Porque não está interrompendo eles; ➤ Porque da L2 vai passar para L1 e L5; ➤ Pois estão fora desse meio aqui; ➤ Não sei.
2 (10%)	L1 não brilha e L5 brilha	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porque tem um interruptor. ➤ Não sei.
1 (5%)	Não respondeu	Não respondeu

Análise das respostas:

Essa questão trata a respeito de conservação de carga e corrente no circuito. Percebe-se que 40% dos alunos reponderam que as lâmpadas L1 e L5 brilham e as justificativas apresentadas parecem estar de acordo com o **M I**. Percebe-se, provavelmente, que os estudantes possuem a concepção de que a corrente se “gasta”, é consumida, durante a passagem pelo circuito, de modo que a sua intensidade vai diminuindo conforme passa pelos elementos do circuito.

Percebe-se tanto os alunos que responderam que 35% que L1 brilha e L5 não, quanto que 10% L1 e L5 apagadas e 10% L1 não brilha e L5 brilha, estão, provavelmente, com a concepção que parecem estar condizentes também com o **MI**. Os discentes apresentam indícios de que analisam o circuito localmente e não como um sistema.

- **Instrumento de Análise 2: Questionário** (Aplicado após implementação das UEPS) –
Total de questionários respondidos: 16 (80%)

Percebe-se na análise desse instrumento que não foram todos os estudantes que responderam a Entrevista Inicial (80%). Isso deve-se ao fato de esse questionário ter sido aplicado no último dia de aula e muitos alunos não compareceram. Também, 43,75% dos alunos responderam somente a parte inicial (questões 1 a 3).

Quadro 12 - Questão 1

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
13 (81,25%)	L1, L2 e L3	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois a corrente é a mesma; ➤ Porque estão recebendo a mesma carga elétrica; ➤ Pois estão recebendo uma corrente elétrica; ➤ Porque terá passagem de corrente elétrica para ambos com mesma intensidade; ➤ Pois estão ligadas juntas; ➤ Porque a corrente elétrica é contínua/constante; ➤ Pois a corrente vai chegar com a mesma potência em todas as lâmpadas.
1 (6,25%)	L2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porque ela está entre o L1 e L3, na qual recebe tanto do “+” quanto do “-“, na mesma potência.
2 (12,5%)	Nenhuma	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois nenhum fio está ligado ao lado certo “+” e “-“.

Análise das respostas:

Percebe-se que 81,25% dos alunos responderam que as três lâmpadas possuem o mesmo brilho. Essas respostas dão indícios de estarem de acordo com o **MC** apresentado. Embora algumas justificativas não estejam totalmente de acordo com o modelo eles procuram falar o termo corrente elétrica. Em uma única resposta, como exemplo “porque estão recebendo a mesma carga”, percebe-se que o estudante refere-se a carga e não corrente elétrica. Essa confusão entre conceitos já foi relatada por diversos autores na literatura, como por exemplo, Engelhardt e Beichner (2204).

Já, 6,25%, um aluno, ao analisar sua resposta percebe-se que o mesmo ainda permanece com a concepção apresentada pelo **M I**.

Por fim, 12,5% dos estudantes inferem que nenhuma das lâmpadas brilha a atribui ao fato de que isso ocorre, “pois nenhum fio está ligado ao lado certo + e –“. Mesmo essa resposta não ser a correta para essa questão, ela dá indícios de que os alunos, provavelmente, pensam de acordo com o **MC**.

Quadro 13 - Questão 2

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
3 (18,75%)	L1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porque recebe mais energia; ➤ Pois o resistor impede a passagem de corrente para a outra lâmpada.
11 (68,75%)	L1 e L2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois com o resistor, as duas vão brilhar igual; ➤ Pois a corrente elétrica é a mesma; ➤ Pois a resistência deixa o sinal mais forte; ➤ Brilham na mesma intensidade, mas com maior força que o exercício 1; ➤ Pois estão ligadas na mesma fonte; ➤ Pois estão na mesma voltagem; ➤ O resistor não interfere no circuito em série.
1 (6,25%)	Nenhuma	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Como tem o resistor, as duas não brilham.
1 (6,25%)	Não respondeu	Não respondeu

Análise das respostas:

Percebe-se que 68,75% dos alunos responderam que as duas lâmpadas, L1 e L2, brilham igualmente. Essa resposta apresenta indícios de estar de acordo com o **Modelo Científico**. Dentre as justificativas, destaca-se, como exemplo, “pois a corrente elétrica é a mesma” ou “pois estão na mesma voltagem”. Nessa justificativa pode-se perceber que o aluno confunde corrente elétrica e voltagem. Isso é uma constatação já evidenciada por Pozo (2009), no qual os estudantes utilizam esses conceitos como sinônimos. Portanto, mesmo eles respondendo que as lâmpadas possuem o mesmo brilho, evidencia-se que as concepções sobre a diferença entre corrente e voltagem ainda permanecem no cognitivo do aluno. Essa constatação será discutida com mais detalhe na seção das Considerações Finais.

Na análise das respostas para essa questão, percebe-se que 18,75% ainda permanece com a concepção de que somente a L1 irá brilhar. Dentre as justificativas apresentadas os alunos

inferem que a lâmpada recebe “mais energia” e que o “resistor impede a passagem de corrente para a outra lâmpada”. Portanto, as respostas apresentam indícios de acordo com o **Modelo I**.

Quadro 14 - Questão 3:

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
8 (50%)	L1	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois a L1 possui resistor; ➤ Recebe mais energia.
1 (6,25%)	L2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois o resistor está somente na L1 sendo assim a corrente chega mais rápido na L2.
4 (25%)	L1 e L2	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porque não estão recebendo energia.
1 (6,25%)	Nenhuma	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porque a energia é igual; ➤ Pois esse circuito em paralelo oferece mais caminhos para a corrente; ➤ Pois divide a corrente; ➤ Por conta da corrente que foi dividida. E o resistor ainda não interfere no circuito.
2 (12,5%)	Não respondeu	Não respondeu

Análise das respostas:

Percebe-se que 50% dos estudantes respondem que a L1 brilha mais e 6,25% que é a L2 que possui maior brilho. Essas respostas apresentadas apresentam indícios de acordo com o **Modelo I**, no qual a intensidade da corrente diminui ao ultrapassar algum elemento do circuito, pois justificam que “L1 possui resistor” ou que “recebe mais energia”. Já, 6,25% respondem que nenhuma das lâmpadas possui brilho maior. Ao analisar as justificativas, por exemplo “porque a energia é igual”, os alunos inferem o que parece estar de acordo com o **Modelo Científico**. Quando o aluno expressa que a “energia é igual”, provavelmente, ele quer dizer o termo corrente ao invés de energia, porém, como já evidenciado, muitos alunos confundem esses dois termos.

Alguns alunos (25%) respondem que L1 e L2 possuem maior brilho com a justificativa de que essas lâmpadas “não estão recebendo energia”. Essa resposta apresenta indícios de estar de acordo com o **MC**, mesmo que de uma forma parcial, pois mesmo respondendo de forma correta que as duas lâmpadas possuem maior brilho, as justificativas não estão de acordo com esse modelo.

Quadro 15 - Questão 4

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
6 (37,5%)	Liga/Acende	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois se fecha o circuito, passa mais energia; ➤ Pois o interruptor está somente para L2 se for fechado L2 vai se apagar; ➤ Porque com o interruptor fechado a energia vai passar pelo circuito; ➤ Porque se ela fecha passa mais energia;
1 (6,25%)	Não liga/Não acende	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porque vai estar ligado só no polo “+”, o “-“ estará interrompido;
2 (12,5%)	Mais fraca	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois a carga dela ficaria menor deixando mais fraca e limitando a carga no interruptor. ➤ (Ilegível).
7 (43,75%)	Não respondeu	Não respondeu

Análise das respostas:

Nessa questão 37,5% dos estudantes apresentam indícios de estarem de acordo com o **Modelo Científico**, no qual a lâmpada L1 liga/acende ao fechar o interruptor. Dentre as justificativas, tem-se como exemplo: “pois se fecha o circuito, passa mais energia”. Novamente, percebe-se uma confusão entre os termos energia e corrente elétrica.

Já 6,25% responde que a L1 não liga/não acende, apresentando a seguinte justificativa: “pois vai estar só no polo “+”, o “-“ estará interrompido”. Ainda, 12,5% respondeu que o brilho de L1 fica mais fraco, com a justificativa de que a “carga dela ficaria menor”. Essas respostas parecem estar de acordo com o **Modelo I**, pois provavelmente, eles estão analisando o circuito não como um sistema, mas sim localmente.

Quadro 16 - Questão 5

(continua)

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
2 (12,5%)	5a	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porque o resistor está no lado do polo “-” e com isso dá mais resistência, e com isso vai brilhar mais; ➤ Pois o resistor impede a passagem de energia.
4 (25%)	5b	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois a corrente sai do “-“ e o resistor está no outro lado da pilha; ➤ Pois o resistor está do lado “+”; ➤ Porque o circuito é maior.
4 (25%)	5a e 5b	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois são iguais, o que muda é o lado; ➤ Pois só o que muda é a posição do resistor e da lâmpada, mas os dois apresentam as mesmas coisas no circuito.
6 (37,5%)	Não respondeu	Não respondeu

Análise das respostas:

Percebe-se que 25% dos alunos que a lâmpada L brilha mais em ambos os circuitos com justificativas que apresentam indícios de estar de acordo com o **MC**. Outros 25% respondem que somente no circuito 5a a L brilha mais e 12,5% que no 5b a L brilha mais. Ao analisar as justificativas percebe-se que, provavelmente, os alunos estão dando indícios que analisam cada parte do circuito e não o sistema como um todo. Tem-se como exemplo a justificativa “pois o resistor impede a passagem de energia”. E, novamente, tem-se a confusão dos termos corrente e energia. Portanto, essas justificativas parecem estar de acordo com o **Modelo I**.

Quadro 17 - Questão 6

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
5 (31,25%)	Não brilha	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A conclusão é simples, contém luz se o interruptor estiver fechado senão a energia não será espalhada; ➤ Pois está recebendo uma carga menor na voltagem; ➤ Pois o interruptor está aberto.
1 (6,25%)	Brilha	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porque o interruptor não está fechado. Fazendo com que a lâmpada fique ligada nos 2 pólos, “+” e “-“.
2 (12,5%)	Brilho fraco	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois o resistor está aberto, se estivesse fechado a energia seria maior; ➤ Pois os elétrons não irão passar em todo o circuito.
1 (6,25%)	Brilho forte	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois o resistor está fechado.
7 (43,75%)	Não respondeu	Não respondeu

Análise das respostas:

Na análise percebe-se que 31,25% dos estudantes apresentam indícios de acordo com o **Modelo Científico**, no qual a lâmpada L deixa de brilhar. Dentre as justificativas apresentadas destaca-se: “contém luz se o interruptor estiver fechado senão a energia não será espalhada”. Novamente nessa justificativa, percebe-se uma confusão com os termos energia e corrente.

Outros alunos (12,5%) inferem que L possui um brilho fraco, um aluno (6,25%) responde que L possui brilho forte e outro aluno (6,25%) que L vai brilhar. Ao analisar as justificativas, percebe-se que essas respostas apresentam indícios de acordo com o **Modelo I**, o qual, provavelmente, eles analisam o circuito localmente.

Quadro 18 - Questão 7

Item a:

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
8 (50%)	L1 e L4 brilham igualmente	<ul style="list-style-type: none"> ➤ “Chutou”; ➤ Pois ambas estão ligadas no circuito e na mesma distância; ➤ Pois os elétrons estão circulando livremente; ➤ Pois está paralela com L4; ➤ Pois estão na mesma voltagem; ➤ Pois estão todas conectadas.
1 (6,25%)	L1 brilha menos que L4	➤ Por conta das outras lâmpadas, na qual pegam a energia. Ainda mais que é “-“.
7 (43,75%)	Não respondeu	Não respondeu

Item b:

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
1 (6,25%)	L2 e L4 brilham iguais	➤ Pois estão todas conectadas.
4 (25%)	L2 brilha mais	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois tem mais energia; ➤ Pois recebe a mesma quantidade de energia, tanto do “+” e do “-“; ➤ Pois L2 está em outro circuito; ➤ Pois recebe direto energia de duas lâmpadas só.
3 (18,75%)	L2 brilha menos	➤ Pois está mais longe da fonte.
8 (50%)	Não respondeu	Não respondeu

Análise das respostas:

No item (a), 50% dos alunos respondem que L1 e L4 brilham igualmente e como exemplo de algumas justificativas: “pois estão na mesma voltagem” e “pois estão todas conectadas”. Percebe-se que há uma confusão de termos entre corrente e voltagem, assim como em questões anteriores os estudantes confundem corrente e energia. Para eles, como já evidenciado na literatura (Pozo, 2009) esses termos possuem mesma conotação. Essas justificativas apresentam indícios de estarem de acordo com o **Modelo Científico**.

Um aluno, representando 6,25% do total, respondeu que L1 brilha menos que L4, com a justificativa de que “as outras lâmpadas pegam a energia”. Percebe-se que, provavelmente, esse aluno está dando indícios de que analisa o circuito na forma do **Modelo I**.

No item (b), 18,75 % dos alunos apresentam indícios de acordo com o **MC**, apresentando como justificativa de que “está mais longe da fonte”. Embora a justificativa não esteja de acordo com o **MC**, consideraremos, mas de forma parcial. Outro grupo de alunos (25%) infere que a lâmpada L2 brilha mais e outro aluno (6,25%) considera que L2 e L4 brilham igualmente. Percebe-se que essas respostas bem como suas justificativas parecem estar de acordo com o **Modelo 1**.

Quadro 19 - Questão 8

Item a:

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
4 (25%)	L1 brilha mais na figura 10	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois como retirou uma lâmpada, vem mais energia; ➤ Porque tem menos lâmpadas.
3 (18,75%)	Continua o mesmo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pois o L3 não interferia no seu brilho; ➤ Porque a energia que passa por ele não foi afetado.
1 (6,25%)	L1 brilha menos no circuito 10	Sem justificativa
8 (50%)	Não respondeu	Não respondeu

Item b:

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
4 (25%)	L4 brilha mais no circuito 10	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Porque vai ter uma lâmpada a menos; ➤ Porque acaba recebendo mais energia do “+”; ➤ Vem mais energia pra ele.
2 (12,5%)	Continua o mesmo	<ul style="list-style-type: none"> ➤ A potência fica a mesma; ➤ Pois L3 não interfere no brilho.
1 (6,25%)	L4 brilha menos no circuito 10	Sem justificativa
9 (56,25%)	Não respondeu	Não respondeu

Análise das respostas:

Na análise do item (a) percebe-se que um aluno (6,25%) responde que L1 brilha menos no circuito da figura 10, porém não apresenta justificativa. Mesmo sem uma justificativa, considera-se, de modo parcial, que essa resposta apresenta indícios de estar de acordo com o **MC**. Outros estudantes (25%) responderam que a L1 brilha mais na figura 10 e outros (18,75%)

inferem que o brilho continua o mesmo em ambas as figuras. Novamente, provavelmente os alunos parecem estar pensando de acordo com o **Modelo explicativo I**. Dentre as justificativas apresentadas, percebe-se que ainda os estudantes confundem entre os termos energia e corrente elétrica.

Na análise do item (b) percebe-se que 25% responde que a L4 brilha mais no circuito da figura 10 e 12,5% que o brilho continua o mesmo em ambas as figuras. Dentre as justificativas apresentadas, percebe-se indícios de que estão de acordo com **Modelo III**. Nesse modelo a corrente não pode ser influenciada por um elemento onde ainda não passou. Como exemplo, apresenta-se a seguinte justificativa: “pois L3 não interfere no brilho”. Um aluno (6,25%) respondeu que L4 brilha menos no circuito da figura 10, mas não apresenta justificativa. Portanto, a resposta apresenta indícios de acordo com o **Modelo Científico**, porém parcial.

Quadro 20 - Questão 9

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
8 (50%)	Item C	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Todas estão em um circuito fechado, ligado a um “+” e “-“; ➤ Pois o circuito não apresenta nenhum resistor ou interruptor e estão no mesmo circuito; ➤ Estão ligadas juntas; ➤ Porque a energia começa baixa e vai aumentando a energia.
1 (6,25%)	Item A	➤ Porque recebe energia direto dos polos.
7 (43,75%)	Não respondeu	Não respondeu

Análise das respostas:

Um aluno (6,25%) respondeu que a alternativa correta era (a) com a justificativa que “recebe energia direto dos polos”. A resposta parece dar indícios de que está condizente com o **Modelo Científico**, porém a justificativa está de acordo com o **Modelo I**. Portanto, considera-se que o **MC** é de forma parcial. Esse aluno parece dar indícios que sabia a resposta, porém, e provavelmente, não soube se expressar. Um grupo de estudantes (50%) respondeu que a alternativa correta era a (c) com diferentes justificativas apresentando indícios de acordo com o **Modelo I**.

Quadro 21 - Questão 10

Nº de Alunos	Resposta	Justificativa (s)
3 (18,75%)	L1 e L5 brilham	➤ Pois o interruptor só interrompe a energia do L2 e L3.
1 (6,25%)	L1 e L5 não brilham	➤ Pois os elétrons não estarão circulando em todo o circuito.
1 (6,25%)	L1 brilha e L5 não brilha	➤ Se L3 e L4 não brilham ela é a mais próxima, também não liga.
11 (68,75%)	Não respondeu	Não respondeu

Análise das respostas

Na análise das respostas a essa questão percebe-se que 18,75% apresentam indícios de acordo com o **MC**. Os outros estudantes apresentam indícios que estão de acordo com os **Modelos I e III**. Um (6,25%) responde que as lâmpadas L1 e L5 não brilham e apresenta como justificativa que “os elétrons não estarão circulando em todo o circuito” e outro aluno (6,25%) infere que L1 vai brilhar mais e L5 não vai brilhar justificando que como ela é a mais próxima de L3 e L4 que não brilham então ela também não irá brilhar.

Após análise de cada uma das questões, tanto na entrevista quanto no questionário, como apresentado acima, percebe-se que em cada resposta apresentada pelos estudantes há várias categorias de acordo com os **Modelos Explicativos** e **Modelo Científico**. Essas categorias geraram o quadro abaixo:

Quadro 22 - Recorrência de Modelos Explicativos e Científico na Entrevista (E) e Questionário (Q)

QUESTÕES	MODELOS				
	M I	M II	M III	M IV	MC
1	E, Q	---	---	---	Q
2	E, Q	---	---	---	Q

3	E, Q	---	---	---	Q
4	E, Q	---	E	---	Q
5	Q	E	---	---	Q
6	Q	---	E	---	Q
7	a) E, Q	---	---	---	a) Q
	b) E, Q	---	---	b) E	b) Q
8	a) Q	---	a) E	---	a) Q
	b) E	---	b) Q	---	b) Q
9	E, Q	---	---	---	E, Q
10	E, Q	---	Q	---	Q

Fonte: Autor

No quadro acima percebe-se que o **Modelo Explicativo I** foi o mais recorrente na análise da entrevista. Ainda, pouco recorrentes aparecem o **Modelo II e III**. Já na análise realizada nos questionários, percebe-se recorrência do **Modelo Científico**, porém ainda permanecem os **Modelos I e III**.

Para se ter indícios de aprendizagem significativa, considerou-se os conhecimentos prévios dos alunos levantados na entrevista. Para tanto, para se ter uma evolução por parte dos conceitos categorizados de acordo com cada Modelo, as UEPS foram planejadas com atividades que proporcionassem uma negociação de significados, sendo que os conhecimentos prévios foram *âncoras* para adquirir as novas informações. Na medida em que se considerou esses conhecimentos, percebe-se que, após implementar as UEPS, os alunos modificaram suas respostas no questionário em comparação com a entrevista inicial e, também, incrementaram suas respostas. Como exemplo, na questão 2, prevalece a concepção baseada no **M I**. Após a implementação das atividades, prevaleceu a concepção do **MC**, embora algumas respostas ainda permanecessem no **M I**. Outro exemplo é destacado na questão 5, no qual as concepções estavam de acordo com o **M II** na entrevista e no questionário as concepções já aparecem baseadas em um novo modelo, **M I**, e aparece também o **MC**.

Também ao analisar o quadro, percebe-se que o **MC** aparece em todas as questões no questionário, muitas vezes com justificativas errôneas, porém já é um indício que os alunos, provavelmente, já estejam modificando e/ou acrescentando aspectos em sua estrutura cognitiva.

- **Instrumento de Análise 3: Mapas conceituais** (construídos durante a implementação da UEPS 1 e após implementação das UEPS)

Os mapas conceituais, conforme Moreira (1997), são diagramas que estabelecem significados entre os conceitos, no qual não busca classificar esses conceitos mais sim relacioná-los e hierarquizá-los. O primeiro mapa conceitual foi construído pelos alunos no passo de diferenciação progressiva na UEPS 1. Solicitou-se que os estudantes construíssem o mapa em grupos. Em uma das turmas que nunca havia trabalhado com mapas foi feita uma breve explicação, no qual foi apresentado os passos definidos por Moreira, op. cit, para elaboração dos mapas e também foi dado exemplos a fim de eles se familiarizarem. Na outra turma não foi necessário realizar essa etapa por já terem feito a construção de mapas em anos anteriores. No dia em que se realizou a construção dos mesmos, poucos alunos estavam presentes na sala, totalizando ao final 4 mapas dos seguintes grupos de estudantes: Grupo 1 (4 alunos), Grupo 2 (4 alunos), Grupo 3 (3 alunos) e Grupo 4 (2 alunos). A fim de auxiliar na análise denominaremos os grupos de **G1A, G2A, G3A e G4A** (a letra A representa o primeiro mapa) e esse primeiro mapa será denominado de **MCA**.

O segundo mapa foi realizado ao final das três UEPS e em grupos. Os mapas foram construídos por um total de 10 alunos. Como essa construção foi realizada no último dia de aula, muitos dos estudantes já não estavam comparecendo nas aulas pois muitos professores de outras disciplinas já haviam finalizado seus conteúdos e suas avaliações. No total tivemos 3 mapas dividimos da seguinte forma entre os grupos: **Grupo 1** (4 alunos), **Grupo 2** (3 alunos) e **Grupo 3** (3 alunos). Para auxiliar nossa análise denominaremos os grupos de **G1B, G2B e G3B** (a letra B representa o segundo mapa) e o mapa em questão será denominado de **MCB**.

Abaixo, apresentamos os critérios para busca de indícios de aprendizagem significativa.

Quadro 23 - Critérios utilizadas para busca de indícios de aprendizagem significativa dos estudantes nos Mapas Conceituais

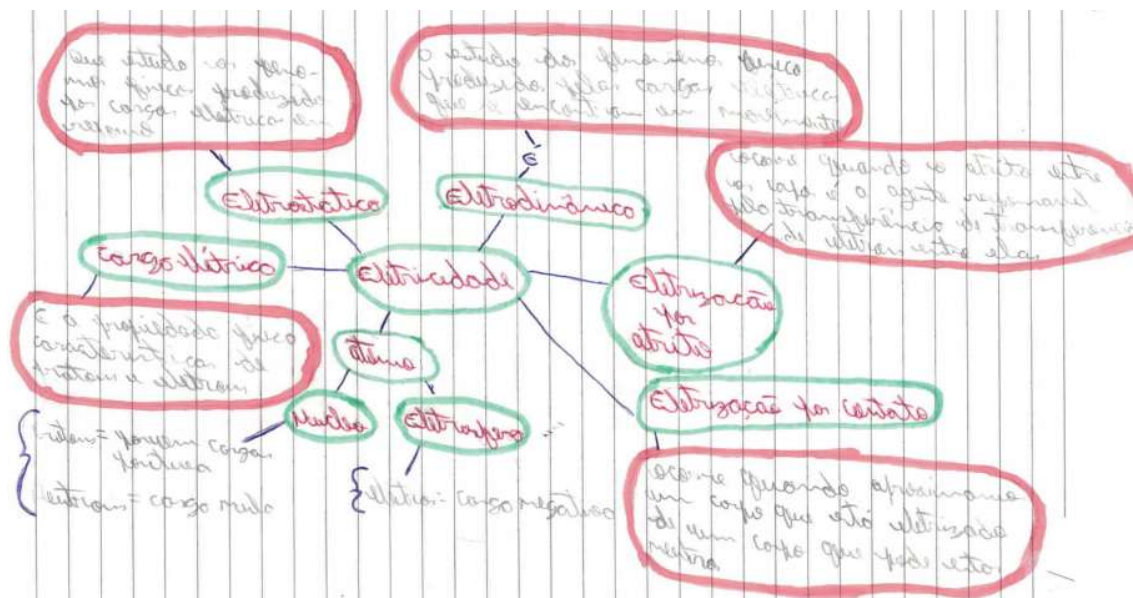
Critérios	Descrição dos conceitos
-----------	-------------------------

Proposições	Estão relacionadas com o significado entre dois conceitos, sendo indicada pela linha que une e pela (s) palavra (s) de ligação.
Hierarquia	Verifica se um dos conceitos subordinados é mais específico e menos geral que o conceito escrito anteriormente.
Ligações Cruzadas	As ligações significativas e válidas entre um segmento da hierarquia conceitual e outro segmento. As ligações podem ser criativas.
Diferenciação Progressiva	As ideias mais gerais e inclusivas progressivamente diferenciadas. Um conceito geral deve se relacionar com conceitos menos gerais.
Reconciliação integradora	Recombinação de conceitos já existentes que se reorganizam e formam outros conceitos.
Exemplos	Exemplos apropriados.

Fonte: Calheiro (2014, p.100)

A seguir apresentamos os mapas conceituais MCA, bem como a análise em relação a cada um deles.

Figura 10 – Mapa conceitual G1A



Fonte: Autora

A análise desse mapa com relação aos critérios apresentados nos mostra que:

Proposições – há linhas ligando os conceitos (que na verdade são assuntos), porém não indicam uma relação pois há somente explicações dos conceitos sem haver palavras de ligação.

Hierarquia – percebemos que há conceitos subordinados mais específicos e menos gerais que o conceito escrito anteriormente, porém não como determinar como é a hierarquia entre eles por não haver palavras de ligação e nem uma sequência determinada.

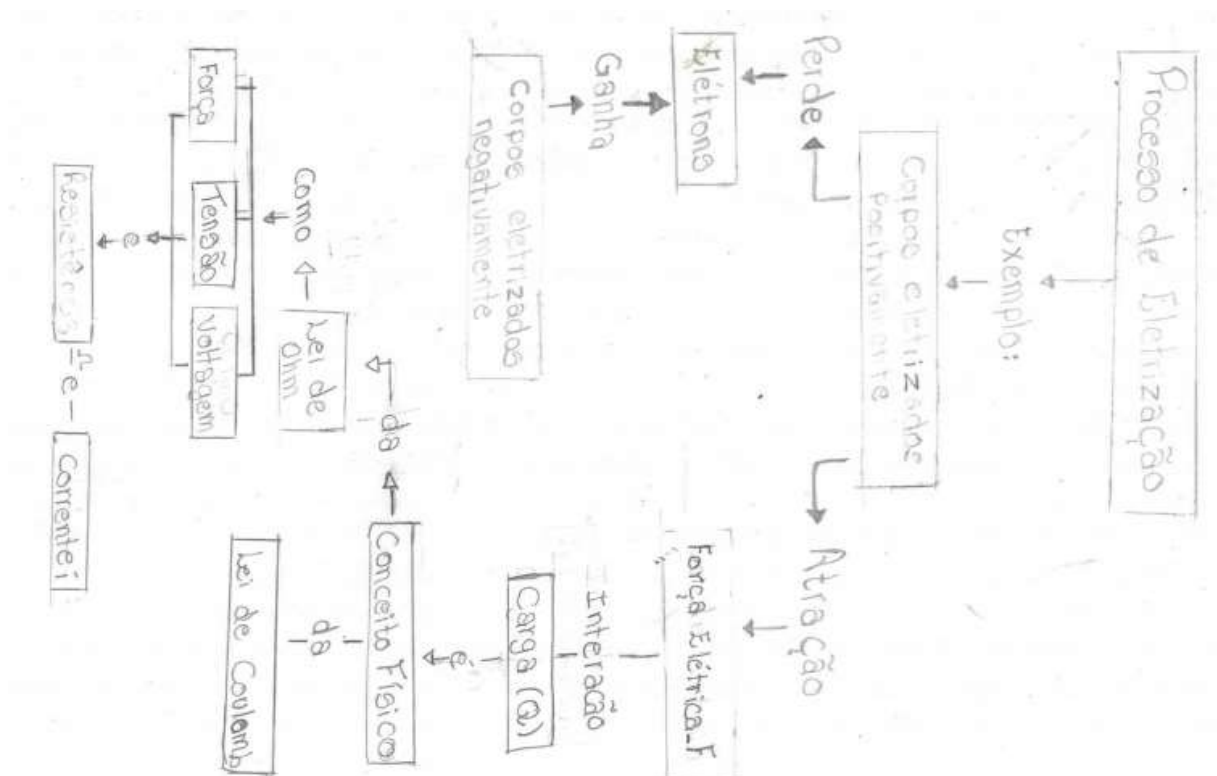
Ligações Cruzadas – Não há ligações significativas entre os conceitos, pois não há hierarquia entre eles.

Diferenciação progressiva – os conceitos não se relacionam entre si. Eles estão relacionados com o tema eletricidade.

Reconciliação integradora – Como não há relações entre os conceitos, não há organização com o objetivo de formar novos conceitos.

Exemplos – não são mencionados conceitos apropriados.

Figura 11 – Mapa Conceitual G2A



Fonte: Autora

A análise desse mapa com relação aos critérios apresentados nos mostra que:

Proposições – há linhas ligando os conceitos e também há palavras de ligação que indicam relação entre eles. Por exemplo, o conceito de força elétrica apresentado possui significado quando inferido que é uma interação de carga na lei de coulomb.

Hierarquia – percebemos que há conceitos subordinados mais específicos e menos gerais que o conceito escrito anteriormente, como exemplo, é relacionado força, tensão e voltagem com a Lei de Ohm. Embora a força como está colocada no mapa não esteja relacionada corretamente no mapa, o aluno, provavelmente deve ter pesquisado essa palavra e tenha feito confusão com força eletromotriz. Por esse motivo colocou esse conceito de forma aleatória.

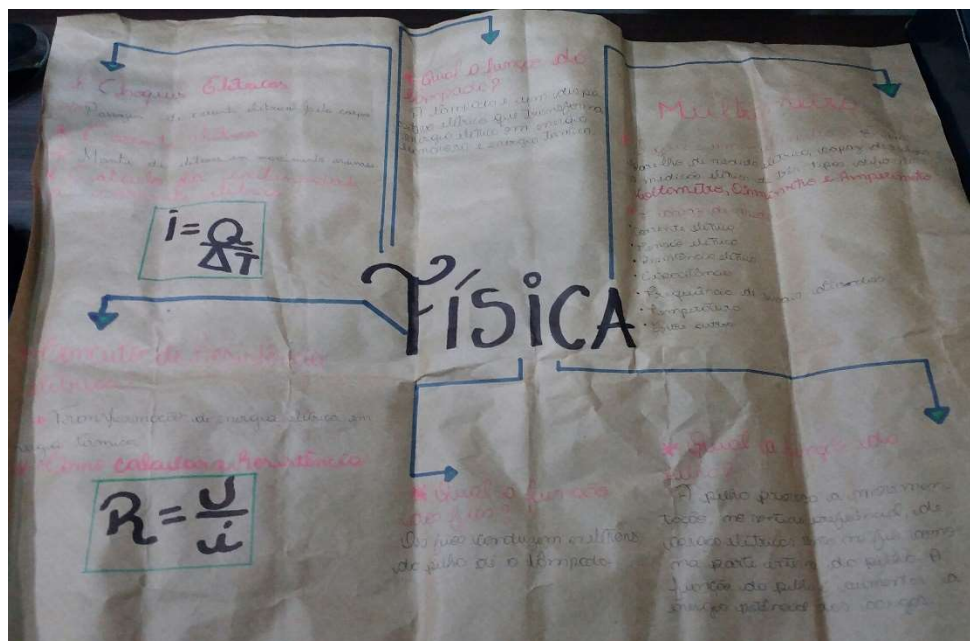
Ligações Cruzadas – Poderiam haver mais ligações significativas entre os conceitos. Por exemplo no conceito de corrente elétrica, no qual não possui ligação com nenhum outro conceito além de resistência. Assim como a Lei de Ohm que não está relacionada também com corrente.

Diferenciação progressiva – os conceitos possuem algumas relações.

Reconciliação integradora – Parece haver tentativa de ligar conceitos para surgir novos. Por exemplo, ao tentar agrupar corrente e resistência para explicar Lei de Ohm.

Exemplos – a palavra “exemplo” é mencionada no mapa, porém não é apresentado um exemplo apropriado, pois os alunos confundem corpos eletrizados positivamente como exemplo de processos de eletrização

Figura 12 – Mapa Conceitual G3A



Fonte: Autora

A análise desse mapa com relação aos critérios apresentados nos mostra que:

Proposições – há linhas, mas não apresentando relações entre conceitos e sim explicações de alguns conceitos. Não há palavras de ligação.

Hierarquia – Não há hierarquia entre os conceitos. O mapa foi construído de tal forma que não expressa as relações hierárquicas.

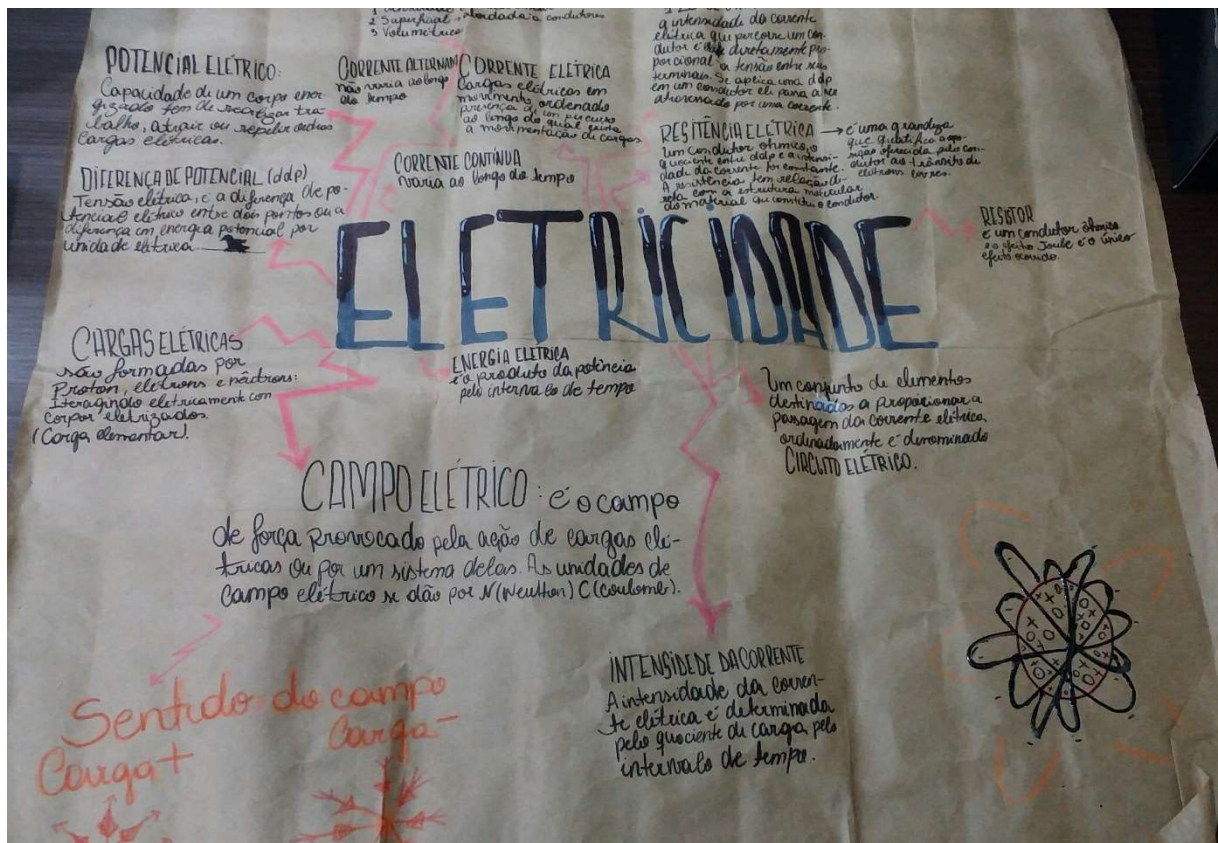
Ligações Cruzadas – Não há ligações significativas pois não está presente o critério anterior.

Diferenciação progressiva – Não há relações entre conceitos gerais com menos gerais. Por exemplo, o conceito de resistência não está relacionado com o de corrente elétrica.

Reconciliação integradora – como não há presença dos critérios anteriores e o mapa não possui uma diferenciação progressiva, não tem como haver a reconciliação integradora.

Exemplos – não há exemplos apropriados.

Figura 13 – Mapa Conceitual G4A



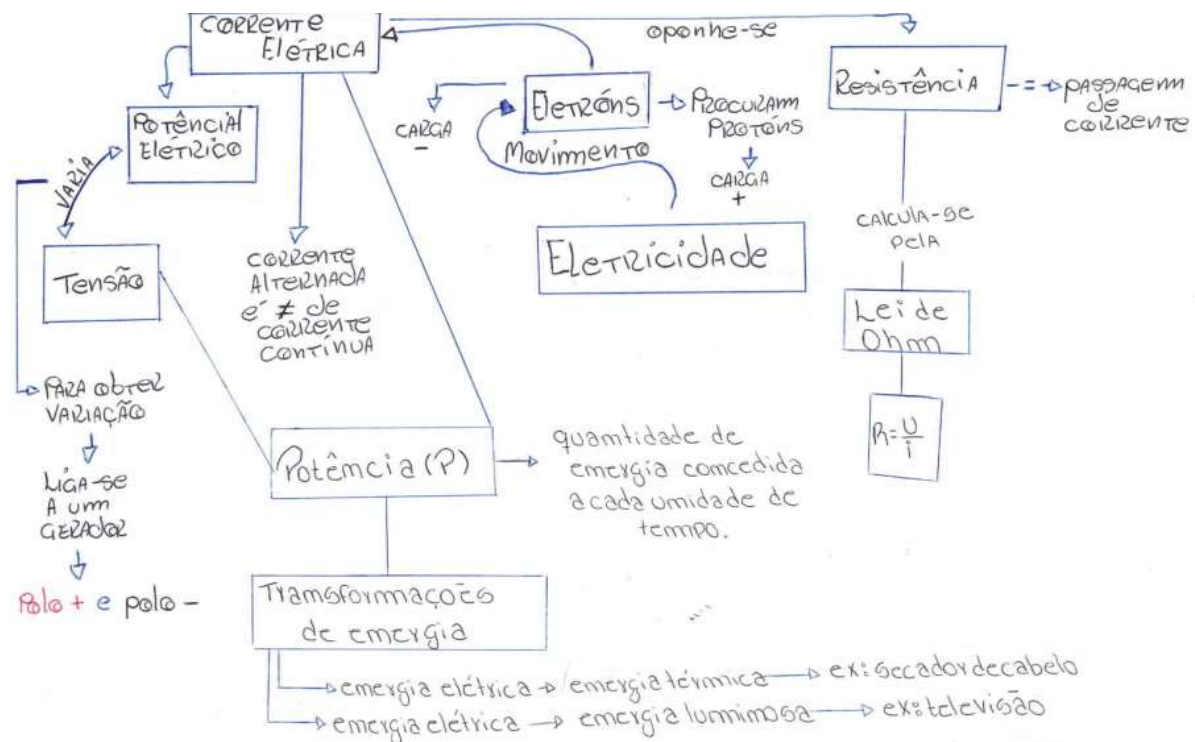
A análise desse mapa com relação aos critérios apresentados nos mostra que:

Nesse mapa em particular não comentaremos os critérios um a um como feito anteriormente pois ele não possui características de mapa conceitual. Apesar de apresentar os conceitos e até

mesmo explicações detalhadas sobre os mesmos, ele está caracterizado como um mapa mental pois não há relações entre os conceitos e não estão organizados hierarquicamente.

Abaixo, apresentamos a análise dos mapas conceituais (MCB) construídos após a implementação das UEPS:

Figura 14 – Mapa Conceitual **G1B**



Fonte: Autora

Em relação a análise desse mapa com relação aos critérios apresentados temos:

Proposições – há linhas que apresentam relações entre conceitos como por exemplo, relação da potência elétrica com a corrente e tensão. A corrente está relacionada com fluxo de elétrons e com a resistência. Também percebemos palavras de ligação pertinentes no qual indicam relação entre pelo menos dois conceitos, como por exemplo quando os alunos inferem que a corrente elétrica se opõe a resistência.

Hierarquia – No mapa há hierarquia entre os conceitos. Percebemos que a corrente elétrica é o conceito que aparece no topo do mapa no qual, provavelmente para os alunos esse conceito é o mais relevante na sua estrutura cognitiva.

Ligações Cruzadas – há ligações significativas

Diferenciação progressiva – há relações entre conceitos gerais com menos gerais. Por exemplo, os estudantes colocam corrente elétrica como o mais geral e numa hierarquia menos mencionam resistência com Lei de Ohm.

Reconciliação integradora – Nem todos os conceitos se relacionam formando outros. Porém há recombinação de conceitos já existentes que se reorganizam e formam outros conceitos. Como por exemplo corrente elétrica possui ligação com Lei de Ohm para formar o conceito de resistência.

Exemplos – há exemplos apropriados, como em transformações de energia no qual os alunos apresentam o secador de cabelo como exemplo de transformação de energia elétrica em térmica e a televisão ao mencionar a transformação de elétrica em luminosa.

Figura 15 – Mapa Conceitual G2B



Fonte: Autora

Proposições – há poucas palavras de ligação, porém as existentes revelam significado entre os conceitos. As linhas existentes apresentam significados ligando os conceitos. Os conceitos estão ligados no assunto principal Eletricidade e os mesmos dão indícios de que estão relacionados entre si.

Hierarquia – Em alguns dos conceitos apresentados há uma hierarquia. Temos como exemplo o conceito de potência sendo o mais geral e após a relação de tensão e corrente para explicar esse conceito.

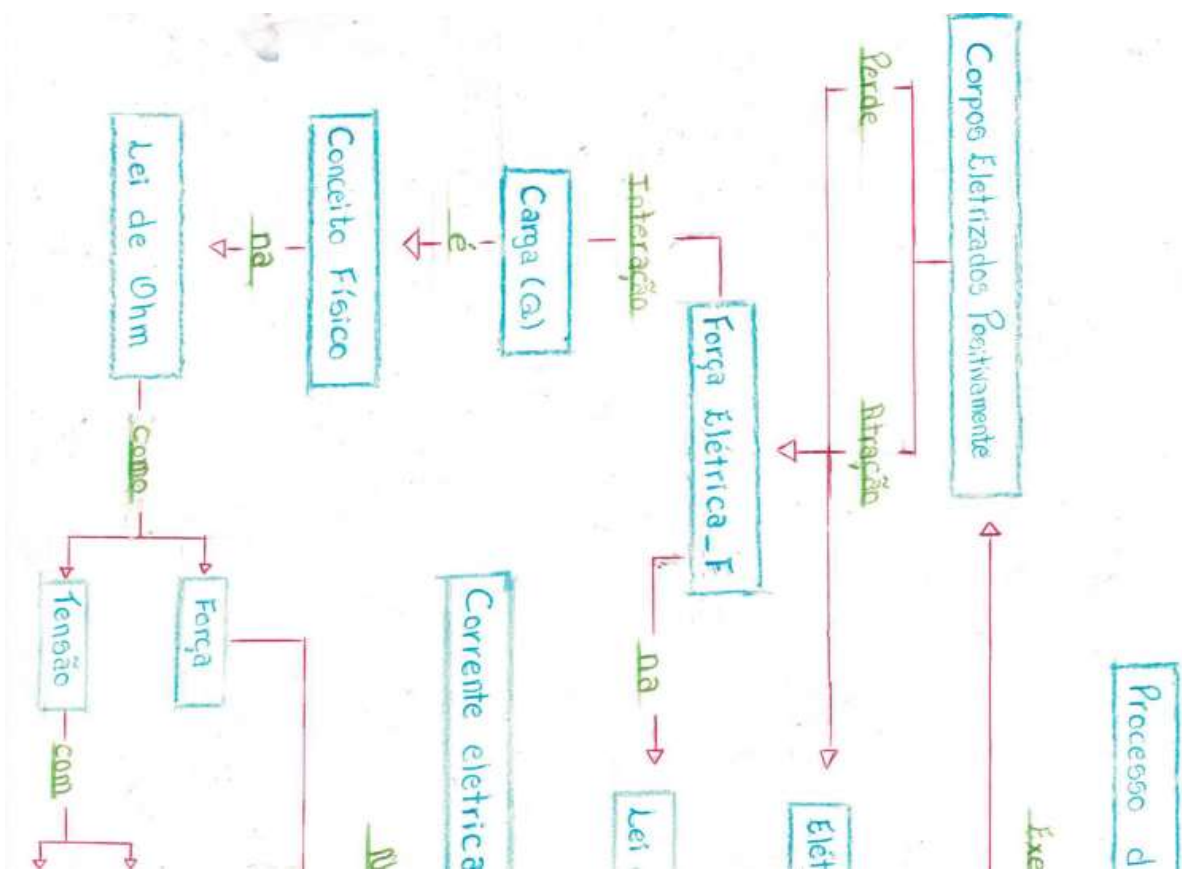
Ligações Cruzadas – nesse critério percebemos que há ligações significativas como por exemplo, ao relacionar corrente com tensão e potência.

Diferenciação progressiva – em parte há uma diferenciação progressiva, pois conceitos mais gerais como corrente está relacionado com conceitos menos gerais como resistência, potência e tensão. Na medida em que não estão relacionados de uma forma clara, não consideraremos como haver uma total diferenciação progressiva.

Reconciliação integradora – não se tem indícios desse critério ao analisar o mapa, pois os conceitos não se reorganizam para formar outros conceitos.

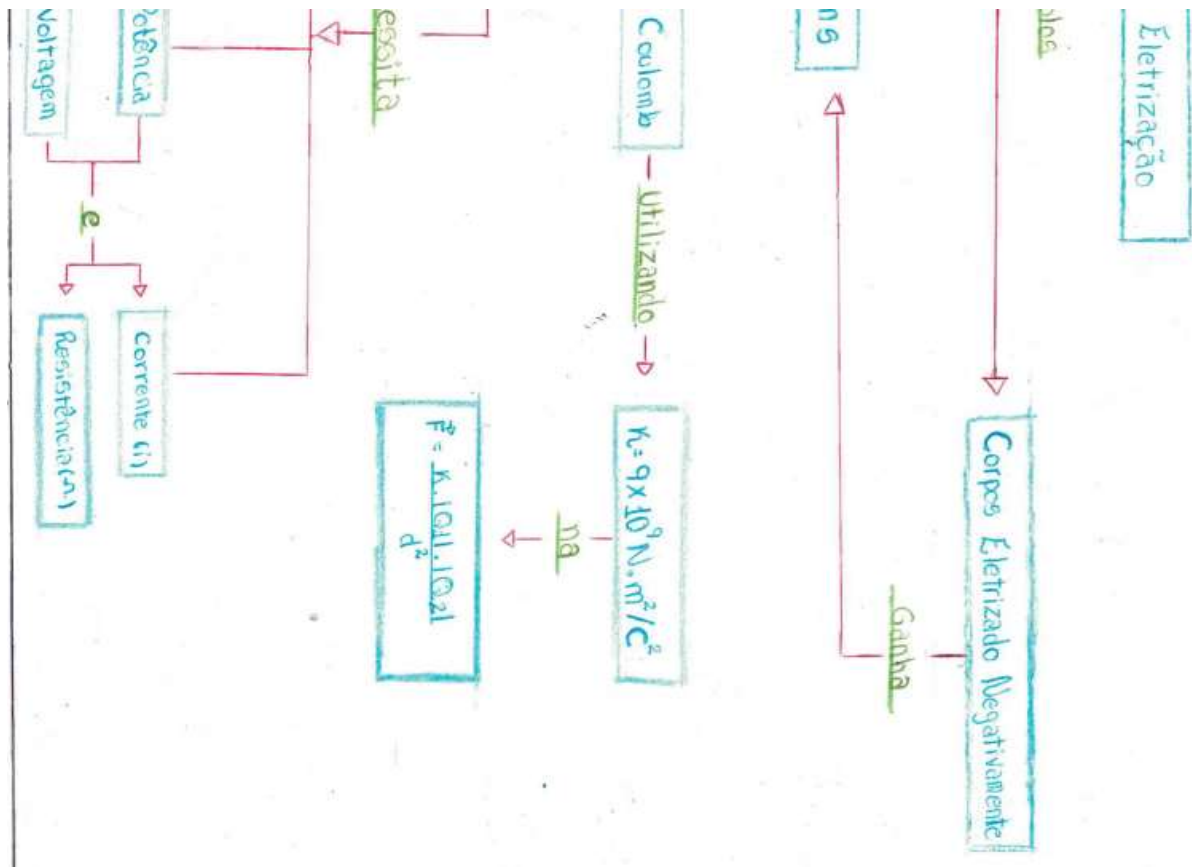
Exemplos – há um exemplo ao eles se referirem ao gerador solar (térmico ou mecânico).

Figura 16 – Mapa Conceitual G3B



(continua)

(continua)



Fonte: Autora

Proposições – há linhas que unem os conceitos e também palavras de ligação destacadas com cor de caneta diferente o que facilita a leitura do mapa. Percebemos que os estudantes colocaram tensão e voltagem como sendo conceitos diferentes.

Hierarquia – algumas hierarquias são pertinentes, como exemplo na apresentação do conceito de corrente, no qual abaixo aparecem potência, tensão e resistência. Porém percebemos que no topo do mapa ao que parece ser o mais importante no cognitivo dos alunos estão os processos de eletrização.

Ligações Cruzadas – há ligações que expressam significados como por exemplo, quando mencionado força elétrica e a interação entre cargas formando a Lei de Coulomb. O conceito de corrente poderia ter sido relacionado com outros conceitos.

Diferenciação progressiva – há diferenciação progressiva em parte pois percebemos conceitos mais gerais se relacionando com conceitos menos gerais como exemplo, corrente relacionada com potência, resistência e voltagem.

Reconciliação integradora – percebemos que não há uma recombinação de conceitos para formar novos conceitos. A lei de ohm foi relacionada com força elétrica, provavelmente os alunos confundiram essa Lei com a Lei de Coulomb.

Exemplos – não há exemplos indicados no mapa.

Durante a após a aplicação das UEPS obtivemos indícios de que os alunos incrementaram o Modelo Científico em suas explicações, mesmo que ainda de forma não completa. Mesmo sem utilizar o vocabulário correto, como por exemplo em várias justificativas apresentadas nas questões, no caso de confundir o termo carga com corrente elétrica, os estudantes obtiveram evolução conceitual. A evolução não no sentido de abandonar, mas de acrescentar aspectos do Modelo Científico, como por exemplo na Questão 1 do questionário, no qual a justificativa apresentada foi de que as lâmpadas L1, L2 e L3 possuem o mesmo brilho pois “*estão recebendo a mesma carga elétrica*”. Nessa mesma questão, porém na entrevista, nenhum aluno responde essa concepção de acordo com o Modelo Científico. Portanto, os dados sugerem que a maioria dos estudantes apresenta evolução conceitual pois inicialmente justificavam as situações propostas com base nos Modelos Explicativos baseados em concepções alternativas.

A aprendizagem significativa acontece de maneira progressiva. De acordo com a TAS, é proposto por Ausubel, op.cit., dois princípios para que ocorra essa aprendizagem: diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Nas UEPS planejadas e implementadas, no 6º passo para sua elaboração, a diferenciação progressiva, procurou-se propor atividades que permitissem que os subsunçores fossem constantemente elaborados, modificados, na medida em que os alunos fossem adquirindo novos significados sendo progressivamente diferenciados. No segundo princípio que se refere a reconciliação integradora, o planejamento do material e as atividades cuidadosamente escolhidas devem explorar ideias, apontar similaridades e diferenças significativas.

Na análise dos mapas evidenciamos que, os construídos após a implementação, houve, mesmo que de forma parcial, tentativa de os alunos diferenciarem progressivamente os conceitos abordados e também, em parte, uma reconciliação integradora. Como já mencionado, a aprendizagem significativa dos conceitos ocorre de maneira progressiva. As UEPS foram implementadas em um curto período de tempo (3 meses) e muitas atividades, como por exemplo os experimentos, foram realizados de maneira rápida para finalizarmos até o período planejado. Diante disso, percebemos que se houvesse maior período de tempo para o desenvolvimento das atividades, os resultados seriam mais satisfatórios com relação a aprendizagem significativa. Percebemos que outra característica importante para ocorrer aprendizagem significativa é o fato de os alunos estarem engajados nas atividades e quererem aprender. Esse foi um indício

importante, pois percebemos que os alunos se mostraram curiosos e atentos no desenvolvimento, principalmente das atividades experimentais.

8 CONSIDERAÇÕES E PERSPECTIVAS

A partir dos resultados obtidos percebemos que as atividades da maneira como foram planejadas e implementadas, alcançaram com o objetivo principal proposto nessa pesquisa que foi o de identificar e analisar como a aplicação de UEPS contribui na aprendizagem significativa de conceitos de Eletrodinâmica. Os recursos diversificados despertaram a vontade de aprender dos alunos e no questionário final os alunos reconheceram a entrevista e eles mesmos compararam suas respostas. Isso deve-se ao fato de eles terem desenvolvido maturidade cognitiva na análise das suas próprias ideias. Essa maturidade é evidenciada por Moreira e Masini (2011) sendo uma reorganização conceitual que sofre a estrutura cognitiva, geralmente, durante o processo de ensino-aprendizagem.

Dentro de sala de aula, na implementação das atividades, a postura do professor que apresenta essa pesquisa se diferencia da maioria dos professores, pois se trata de uma postura com maior ênfase no diálogo e interação entre alunos e professor. Também, outras posturas são: não utilizar tanto o quadro-giz passando conteúdos extensos e o de realizar a maioria das atividades em grupo, permitindo maior interação e colaboração entre os alunos. Essas posturas são justificadas pelos princípios da TASC, já apresentados na seção 3.2.1. Outra característica é a de não permanecer em um único ponto da sala, mas sempre circulando (caminhando) entre os alunos e os questionando em cada atividade proposta.

O papel do professor em sala de aula ganha destaque à medida em que ele atua como mediador no decorrer das atividades implementadas levando em conta os princípios destacados na Teoria da Aprendizagem Significativa e na Teoria da Aprendizagem Significativa Crítica. Esse papel ganha relevância e contribui para que os alunos, a partir dos conhecimentos prévios previamente levantados, desenvolvam os conhecimentos científicos e se tornem cada vez mais críticos e ativos no processo de aprendizagem. Para tanto, destacamos a importância de se planejar atividades levando em conta os conhecimentos prévios e com atividades diversificadas para estimular a participação ativa e crítica dos estudantes.

Com relação as turmas, uma já está acostumada com as atividades diferenciadas como exemplo, a construção de Mapas Conceituais, atividades experimentais, aulas dialogadas, resolução de situações-problema envolvendo seus cotidianos, realizando-as desde o primeiro ano do ensino médio, pois a professora regente trabalha nessa perspectiva com os alunos na

intenção de promover na aprendizagem significativa; a outra não possui familiaridade com tais atividades pois estão habituados com professores que adotam um ensino mais tradicional. Tais alunos possuem dificuldade na elaboração de mapas conceituais e reclamam da aula dialogada, pois preferem conteúdos no quadro-giz, fórmulas prontas e lista de exercícios. Porém, apesar das dificuldades, mostram-se interessados pelas aulas e elogiam a forma como o professor as ministra.

A negociação de significados proposta pela TAS deve partir do professor ao selecionar criteriosamente as atividades, no qual devem possuir um caráter potencialmente significativo e, também, partir do aluno, em querer aprender de forma significativa. Como falado anteriormente, a pesquisadora possuiu total autonomia na elaboração de seu material, que foi reelaborado antes e durante a implementação. Portanto, esse material não é engessado, ele também é construído com a participação dos estudantes. Durante a implementação, a pesquisadora procurou adotar uma postura mais crítica e reflexiva durante sua ação. Com isto, procurou-se que os alunos desenvolvessem uma maior autonomia, dialogicidade e interação no processo de ensino-aprendizagem.

A presente pesquisa possui relevância para a área de ensino de física considerando os seguintes aspectos: social, científico e no ensino. No que tange o aspecto social destacamos o desenvolvimento de alunos mais críticos e participativos para atuarem no exercício da cidadania (explicitado nos documentos oficiais) e, responsabilidade e conscientização a respeito do consumo de energia elétrica e utilização de aparelhos eletrônicos nas residências. No aspecto científico destacamos as UEPS com os conceitos trabalhados foram progressivamente diferenciados ao longo do processo (evolução conceitual). Na relevância para o ensino apontamos a formação inicial e continuada e uma reflexão da prática docente.

Por fim, as três UEPS planejadas e implementadas podem ser reorganizadas e novamente implementadas por outros pesquisadores, em outros contextos de ensino e com outros objetivos. Também, a partir dessas unidades de ensino, pode-se disponibilizar para as escolas um caderno didático para esses professores utilizarem em suas aulas.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, F.A.L. de; BARBOSA, G.F.; SILVEIRA, F.L. da; SANTOS, C.A. dos. **Recorrência de concepções alternativas sobre corrente elétrica em circuito simples.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v.40, n.3, 2018.

AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. and HANESIAN, H. (1978). **Educational psychology: a cognitive view**. 2nd. ed. New York, Holt Rinehart and Winston.

BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70.2011.

BRANDÃO, R.V.; ARAUJO, I.S.; VEIT, E.A. **A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de física**. Física na escola, v.9, n.1, 2008.

BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica (2006). **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação. (Orientações curriculares para o ensino médio; volume 2).

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.

CALHEIRO, L.B. **Inserção de tópicos de física de partículas de forma integrada aos conteúdos tradicionalmente abordados no ensino médio**. 2014. 188p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

COLL, C. et al. *Psicologia do Ensino*. Tradução de Cristina Maria de Oliveira. Porto Alegre:BR/Artmed. 2000b. ISBN 85-7307-602-X

GIL, A. C. (2002): *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4ª ed. São Paulo: Atlas/AS.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 1986. (Temas básicos da educação e ensino)

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica**. Atas do III Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa (Peniche), 2000.

MOREIRA, M.A. **Organizadores Prévio e Aprendizagem Significativa**. Revista Chilena de Educación Científica, ISSN 0717-9618, Vol. 7, Nº. 2, 2008 , pp. 23-30.

MOREIRA, M. A. **O que é afinal Aprendizagem significativa?** Aula Inaugural do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais, Instituto de Física, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 23 de abril de 2010. Aceito para publicação, Qurrriculum, La Laguna, Espanha, 2012.

_____. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. 2. ed. São Paulo: Centauro, 2002.

_____. **Aprendizagem significativa crítica**. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS. 45p, 2005.

_____. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro Editora. 2ª ed. 111p, 2006.

_____. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU. 2011.

_____. **Aprendizagem Significativa em mapas conceituais**. Publicado na série Textos de Apoio ao Professor de Física, PPGEnFis/IFUFRGS, Vol. 24, Nº 6, 2013.

_____. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas- UEPS**. Aprendizagem Significativa em Revista, v.1, n.2, p.43-63, 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf/>. Acesso em: agosto/2018.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: A teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

POSTMAN, Neil & WEINGARTNER, Charles (1969). Teaching as a subversive activity. New York: Dell Publishing Co. 219p.

POZO, J.I; CRESPO, M.A.G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências: do conhecimento ao conhecimento científico**. 5. ed. São Paulo: Ed. Artmed, 2009. 296p.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F. **A prática do professor e a pesquisa em Ensino de Física: novos elementos para repensar essa relação**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.22, n.3: p.316-337, dez.2005.

SILVEIRA, F. L., MOREIRA, M. A. e AXT, R. **Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples**. Ciência e Cultura, São Paulo, 41(11): 1129, 1133, nov. 1989.

ANEXO A – CARTA DE APRESENTAÇÃO PARA CONCESSÃO DE PESQUISA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA
E ENSINO DE FÍSICA

CARTA DE APRESENTAÇÃO PARA CONCESSÃO DE PESQUISA

À Professora Diretora da Escola Estadual de Educação Básica Augusto Ruschi

Prezada Diretora Maria Antonieta Pistoia Guimarães

Vimos, por meio desta, solicitar a concessão para a implementação do projeto de pesquisa, intitulado “*Atividades Experimentais de Eletrodinâmica e suas contribuições para o Ensino de Física por meio de Unidades de Ensino Potencialmente Significativas*” que gostaríamos de realizar nesta instituição de ensino. Para tanto faremos uma breve descrição do que consiste o trabalho, seus objetivos, procedimentos e possível participação de alunos e familiares, para sua apreciação. Desde já agradecemos pela colaboração e atenção.

Pesquisadora Responsável: Mestranda Gilliane Höehr Clavé Baggio

Contato: 55- 99935 0795 E-mail: gillianeclave@gmail.com

ORIENTAÇÃO: Professora Dra. Isabel Krey Garcia

Temos como objetivo identificar e analisar de que forma as Atividades Experimentais de Eletrodinâmica contribuem para promover aprendizagem significativa.

Os benefícios consistem em desenvolver no Ensino Médio, unidades de ensino sobre o tema Eletrodinâmica, procurando relacionar a Física com o cotidiano dos alunos de forma a promover a aprendizagem significativa dos conceitos abordados.

Acreditamos que esse trabalho trará contribuições importantes para o Ensino de Física e para a aprendizagem dos estudantes desta escola.

Colocamo-nos à disposição para quaisquer esclarecimentos.

Atenciosamente,

Mestranda Gilliane Höehr Clavé Baggio

Orientadora Isabel Krey Garcia

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título do estudo: “Reflexões acerca da utilização de Atividades Experimentais no âmbito do ensino de Física”

Pesquisador responsável: Prof. Dra. Isabel Krey Garcia (ikrey69@gmail.com)

Aluna do Programa de Pós- Graduação a nível de Mestrado: Gilliane Höehr Clavé Baggio (gillianeclave@gmail.com)

Endereço postal completo e telefone: Avenida Roraima, 1000, prédio 13, sala 1220, Santa Maria/RS – Cep 97105-900. Telefone (55) 3220 6163.

Local da coleta de dados: Escola Estadual de Educação Básica Augusto Ruschi, Rua Dr Paulo Silva e Souza, s/n, Bairro JK, Cohab Santa Marta, Santa Maria, RS, Brasil.

Eu, Gilliane Höehr Clavé Baggio, responsável pela pesquisa “Reflexões acerca da utilização de Atividades Experimentais no âmbito do ensino de Física”, o convidamos a participar como voluntário desse estudo.

Esta pesquisa pretende avaliar atividades didáticas baseadas em experimentos na construção da Aprendizagem Significativa. Acreditamos que ela seja importante pelos seguintes motivos: 1) Atividades Experimentais contribuirão para uma aproximação entre os fenômenos estudados e a realidade dos alunos; 2) Promove integração entre aluno-professor; 3) Auxilia na formação de alunos mais participativos e questionadores.

Durante todo o período da pesquisa você terá a possibilidade de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento. Para isso, fique a vontade para entrar em contato com os pesquisadores.

As informações desta pesquisa serão confidenciais e poderão ser divulgadas, apenas, em eventos ou publicações, sem a identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Autorização

Eu, _____ RG _____
_____, permito que a professora Gilliane Höehr Clavé Baggio utilize as informações obtidas do aluno (a) _____ para fins de pesquisa científica/ educacional.

Concordo que o material e as informações obtidas possam ser publicados em aulas, congressos, eventos científicos, palestras ou periódicos científicos.

Assinatura do responsável**Assinatura da mestranda**

Santa Maria, 28 de junho de 2018.

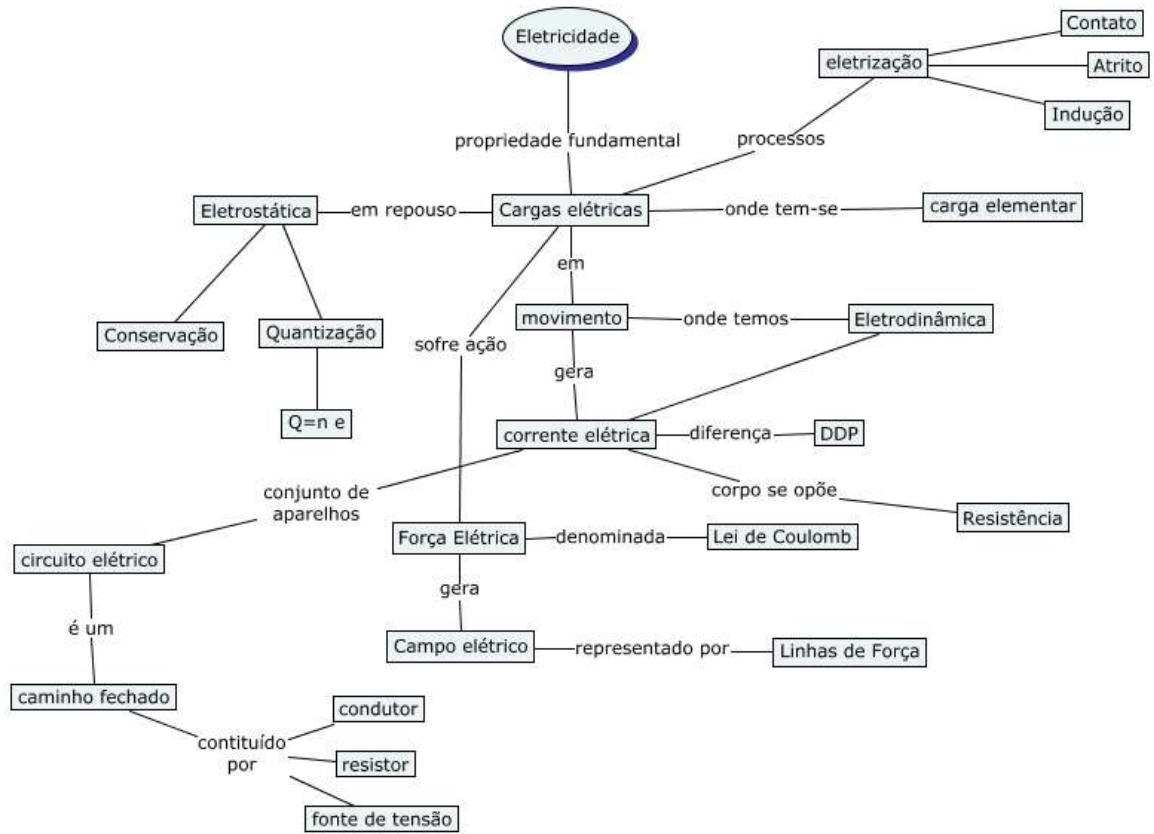
APÊNDICE A – QUADROS REVISÃO BIBLIOGRÁFICA EVENTOS E REVISTAS

EVENTOS	TRABALHO 1	TRABALHO 2	TRABALHO 3
ENPEC 2013	<p>Título: “Ensino por investigação: problematizando as aprendizagens em uma atividade sobre condutividade elétrica”</p> <p>Objetivo: discussão da perspectiva investigativa de ensino e de sua relação com a teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel.</p>	<p>Título: “O uso de uma simulação para auxiliar a compreensão de conceitos de eletrodinâmica nos anos iniciais do ensino fundamental”</p> <p>Objetivo: apresentar uma atividade desenvolvida com estudantes de Anos Iniciais do Ensino Fundamental, buscando aprimorar o interesse em aprender conteúdos de Física</p>	<p>Título: “Investigando concepções de Eletricidade em alunos do 3º ano do Ensino Médio”</p> <p>Objetivo: relatar uma atividade realizada no âmbito do PIBID para investigar as concepções de eletricidade de alunos do 3º ano do Ensino Médio</p>
ENPEC 2015	<p>Título: “Laboratório Real X Laboratório Virtual: possibilidades e limitações desses recursos no ensino de eletrodinâmica”</p> <p>Objetivo: investigar o papel das simulações como alternativa aos laboratórios convencionais no ensino de física, na tentativa de suprir a necessidade da experimentação na escola básica</p>	---	---
ENPEC 2017	<p>Título: “Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) aliadas à experimentação no ensino de Eletrodinâmica com alunos do projeto Mundial”</p> <p>Objetivo: promover aulas eficientes e facilitadoras para uma aprendizagem com significados, foi desenvolvida uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para ensinar conceitos de eletrodinâmica</p>	---	---

SNEF 2013	<p>Título: “Material didático para o ensino de física inclusivo: exemplo de uma sequência didática para a abordagem de conceitos da eletrodinâmica”</p> <p>Objetivo: apresentar uma sequência de sugestão didática para ensino de conceitos eletrodinâmicos, com ênfase na contextualização, aplicabilidade e uso de experimentos</p>	<p>Título: “Elaboração de uma unidade de ensino sobre eletrodinâmica com enfoque investigativo”</p> <p>Objetivo: investigar a aprendizagem de conceitos científicos escolares.</p>	<p>Título: “Experimentos no ensino de eletrodinâmica”</p> <p>Objetivo: investigar as concepções prévias dos alunos sobre o tema Eletrodinâmica, por meio de um pré-teste aplicado individualmente e por nós analisado</p>
SNEF 2015	<p>Título: “Experimentos de baixo custo em eletricidade e magnetismo para o ensino médio”</p> <p>Objetivo: descreve algumas experiências, sobre conceitos de eletromagnetismo, realizadas com turmas da terceira série do ensino médio em escolas do Rio de Janeiro</p>	---	---
SNEF 2017	<p>Título: “Relato de uma atividade experimental no ensino de circuitos elétricos”</p> <p>Objetivo: relata a utilização de atividade experimental sobre circuitos elétricos realizada numa escola pública do Piauí</p>	<p>Título: “Consumo de energia elétrica em aparelhos domésticos: uma atividade direcionada ao proeja”</p> <p>Objetivo: fornecer subsídios teóricos para a compreensão do consumo de energia de equipamentos elétricos, através da análise da popular “conta de luz”, ou seja, na descrição de faturamento da energia elétrica residencial</p>	<p>Título: “Investigando as concepções dos alunos sobre circuitos elétricos a partir de desafios experimentais”</p> <p>Objetivo: analisar as concepções de corrente elétrica e circuitos elétricos manifestadas por alunos de Ensino Médio durante a realização de uma oficina sobre o tema</p>
ENAS 2012	---	---	---
ENAS 2014	---	---	---
ENAS 2016	---	---	---

REVISTAS	TRABALHO 1	TRABALHO 2
CBEF	---	---
ENSEÑANZA DE LAS CIÊNCIAS	---	---
RBEF	<p>Título: “Buscando um sistema de avaliação contínua: ensino de eletrodinâmica no nível médio”</p> <p>Objetivo: apresentar uma discussão sobre a avaliação da aprendizagem, recaindo no ensino da Física, mais especificamente de eletrodinâmica clássica para o nível médio</p>	<p>Título: “Possíveis indicadores de invariantes operatórios apresentados por estudantes em conceitos da termodinâmica”</p> <p>Objetivo: investigar dificuldades na aprendizagem de conceitos da termodinâmica, apresentadas por estudantes do ensino médio e técnico</p>
RBPEC	---	---
IENCI	<p>Título: “Aprendizagem significativa de conceitos de circuitos elétricos utilizando um ambiente virtual de ensino por alunos da educação de jovens e adultos”</p> <p>Objetivo: elaboração, aplicação e avaliação de uma sequência didática que trabalhou os conceitos fundamentais de eletricidade, como a intensidade da corrente elétrica, a resistência elétrica e a associação de resistores na Educação de Jovens e Adultos (EJA)</p>	---
REVISTA ENSAIO PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	---	---

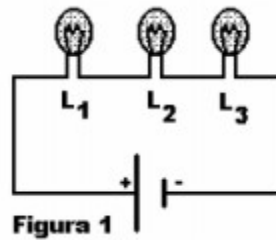
APÊNDICE B – MAPA CONCEITUAL SOBRE O TEMA ELETRICIDADE



APÊNDICE C – ROTEIRO PARA ENTREVISTA SOBRE ANÁLISE DE CIRCUITO SIMPLES

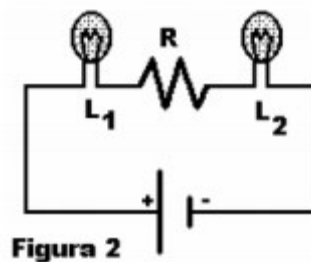
ROTEIRO DE ENTREVISTA – ANÁLISE DE CIRCUITO SIMPLES

1) Observe o circuito da figura 1 e responda:



Qual (is) lâmpada (s) brilha mais? Por quê?

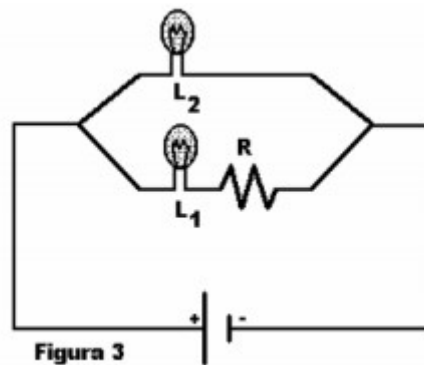
2) Agora, teremos um resistor no circuito. Observe a figura e responda:



a) Qual (is) lâmpada (s) brilha mais? Por quê?

b) Você acha que o resistor interfere no circuito? Por quê?

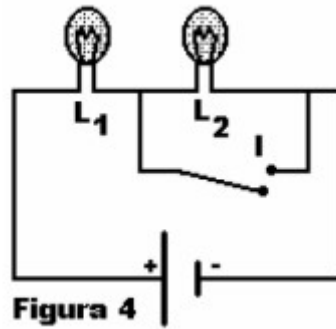
3) Observe o circuito. Temos novamente um resistor. Responda:



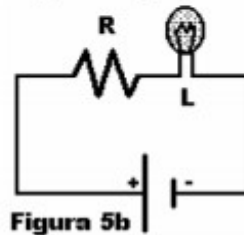
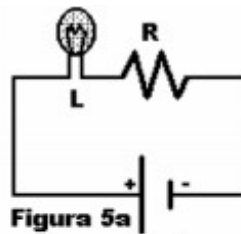
a) O que você percebe de diferente dos outros circuitos apresentados?

b) Qual (is) lâmpada (s) brilha mais? Por quê?

4) No circuito da figura 4, I é um interruptor aberto. Se fecharmos esse interruptor, o que acontece com o brilho da lâmpada L1? Por que você acha que isso acontece?

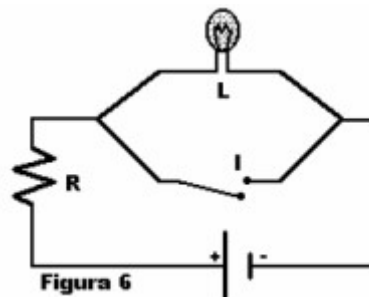


5) Nos circuitos 5a e 5b a lâmpada L, o resistor R e a bateria são exatamente os mesmos. Responda:

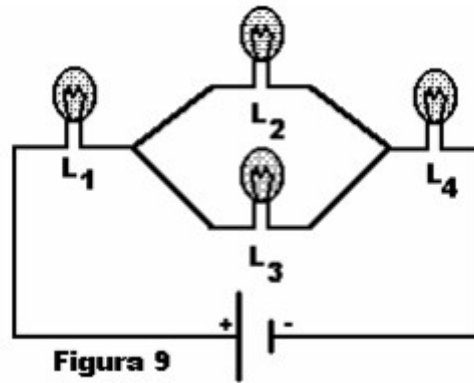


Em qual circuito L brilha mais? Por que?

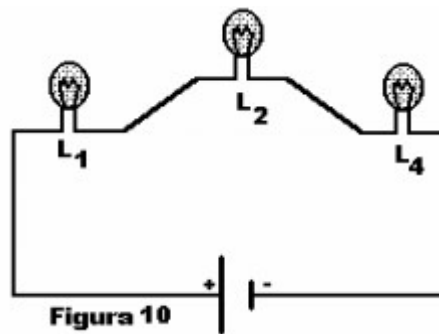
6) No circuito da figura 6, R é um resistor e I é um interruptor que está aberto. O que você pode concluir a respeito do brilho da lâmpada L? Como você chegou nessa conclusão?



7) Observe o circuito abaixo e responda:

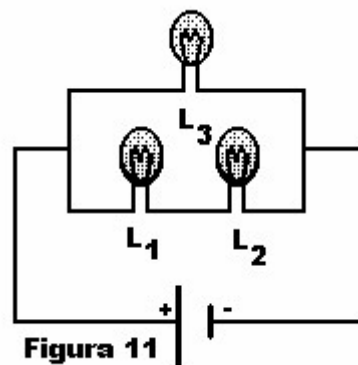


- a) Comparando as lâmpadas L1 e L4, o que você pode concluir a respeito do brilho de L1? Como chegou nessa conclusão?
- b) Agora, comparando L2 com L4, o que você conclui a respeito do brilho de L2? Por que você acha isso?
- 8) O circuito anterior foi modificado, pois se tirou a lâmpada L3. O novo circuito é, portanto:



Responda:

- a) Comparando os circuitos 9 e 10, o que acontece com o brilho de L1? Por que você acha isso?
- b) Agora, também comparando os circuitos 9 e 10, o que acontece com o brilho de L4? Por que você acha isso?
- 9) Observe o circuito da figura 11 e responda:



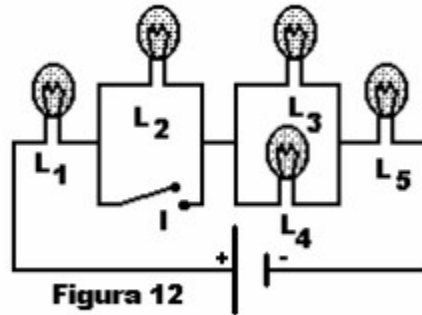
Qual das alternativas está correta:

- a) L1 e L2 tem o mesmo brilho que é menor do que o de L3.

- b) L1 brilha mais do que L2 e do que L3.
 c) L1, L2 e L3 possuem o mesmo brilho.

Como você chegou a essa conclusão?

10) No circuito da figura 12, quando o interruptor é aberto, as lâmpadas L3 e L4 deixam de brilhar, embora L2 brilhe. O que acontece com o brilho das lâmpadas L1 e L5? Por que você acha isso?



REFERÊNCIA:

Adaptado de:

SILVEIRA, F. L., MOREIRA, M. A. e AXT, R. Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 41(11): 1129–1133,

APÊNDICE D – QUADRO TRANSCRIÇÃO ENTREVISTAS

Alunos	Questões									
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1.	L3, pois os elétrons que são negativos estão mais próximos do negativo do circuito	a) As duas, por causa do resistor para as duas. b) Sim, pois ele vai resistir à alguma coisa	Sim, pois dividiu, não ficou todos na mesma linha no caso. Talvez a que tenha a resistência(L1)	Nada, pois o interruptor pode ser das duas, não sei.	5b, por causa do negativo, dos elétrons	Não sei. Vai apagar a lâmpada.	a) L1 vai brilhar mais que L4, não sei. b) Acho que vão brilhar do mesmo jeito, pois estão próximas da divisão	a) L1 fica igual o das outras duas, pois ficou igual. b) continua a mesma coisa, não sei	Letra a, não sei	L1 brilha mas L5 não brilha, pois aqui está aberto e não passa pra lá e não ascende as outras
2.	L1, porque tem mais “positividade”	a) L1, porque a resistência parece que puxa mais pra esse lado	a) Tem uma lâmpada em cima e tem outro caminho b) L2. Mas olhando “assim” parece que as duas brilham do mesmo jeito, não sei.	Vai desligar, porque cortaria a energia dela para acender a lâmpada	5b, por causa que tem o resistor	Eu acho que ela se desligaria se fechasse o interruptor. E se fosse aberto, ela ficaria brilhando	a) Talvez ela brilharia mais porque ela seria a primeira lâmpada b) Acho que L4 brilharia mais, porque ela fica mais próxima do...seria a fonte, no caso	a) Eu acho que a que brilharia mais a da figura 10, porque teria uma lâmpada a menos b) Acho que ficaria a mesma coisa, por causa da falta da L3 talvez ela brilharia menos	Eu acho que é a, porque eu acho que talvez com a energia das duas poderia ficar mais “pesada” a energia	Ficariam apagadas, eu acho que se fechasse o interruptor elas brilhariam
3.	L1, pois fica mais próxima	a) L1, mesmo motivo da	a) Misturou os dois	Eu acho que ela continua, porque aqui	5ª, pelo mesmo motivo de	Ela mantém, eu acho que	a) A L1 vai brilhar mais,	a) Aqui ela fica mais forte que	Letra a, não sei, porque eu acho	Eu acho que L1 brilha e eu acho que L5

	do sinal de “+”	<p>questão anterior</p> <p>b) Não sei, porque geralmente quando tu tem assim porque cai e aumenta e estabiliza</p>	<p>b) L2, porque ela não tem essa partezinha aqui</p>	<p>parece que está o L2</p>	<p>antes. Pra mim parece que aqui recebe mais que ali</p>	<p>porque o interruptor está aberto porque se estivesse fechado acho que apaga.</p>	<p>porque ela está mais perto do sinal de mais e porque entre elas tem mais duas, não sei se interfere em puxar mais energias aqui também</p> <p>b) eu acho que ela brilha mais que L4, porque ela está bem no meio, não sei</p>	<p>aqui. Na 10 mais forte que na 9</p> <p>b) Eu acho que a da figura 10 fica mais forte que a figura 9, porque aqui tem uma a mais e talvez aqui puxe energia mais</p>		<p>não brilha, porque ela vem depois de L3 e então não passa corrente e daí ela não vai pegar corrente elétrica também</p>
4.	L1, porque tem um positivo aqui	<p>a) L1 ainda, esse positivo aqui</p>	<p>a) Está mais distante esse “negocinho”, está só perto da L1 e da L2 está muito mais longe</p> <p>b) Aluno: Esse negócio faz alguma diferença nelas?</p>	<p>Hmmm, é tipo aquela tomadinha que tipo...? Então ela desliga, porque se abrir ela continua ligada</p>	<p>5b, porque o resistor está no lado positivo</p>	<p>Está ligada, porque está aberto.</p> <p>Professor: e se fechar:</p> <p>Aluno: ela desliga</p>	<p>a) L1 é mais forte, por causa do positivo</p> <p>b) Estão iguais...ah, não estão não. L2 está mais forte</p>	<p>a) Está normal, só que passa direto, não empresta para L3</p> <p>b) Está igual, porque as duas são negativas</p>	<p>Letra a, mas se bem que ela é menor, a lâmpada. Então eu acho que é c.</p>	<p>L1 e L5 estão ligadas pois o interruptor está aberto.</p>

			<p>Professor: Você acha que faz? Aluno: Não sei, acho que a...</p> <p>Professor: Qual lâmpada brilha mais? L2, porque...não, na verdade é L1 ainda, porque ela tem esse negocinho do lado, o resistor</p>							
5.	L3, pelo volume, pelo jeito dela	a) L1, por causa da onda, da resistência	<p>a) A L2 b) A L2, eu acho que por causa da resistência passar aqui, ela estar fazendo a volta</p>	Ela vai se desligar, apagar, porque fechando o disjuntor do 1 não vai passar energia	5b, por causa da voltagem, da resistência	Ela vai ficar acesa, como o interruptor está aberto passa energia. E se fechar ela desliga	a) L1 parece ser um pouco mais forte que L4, pela capacidade que está mostrando no desenho	Na figura 10 L1 apresenta menos intensidade um pouquinho, por não ter a ligação com L3 para dar mais potência A L4 da figura 9 é mais forte que da figura 10, pelo mesmo motivo da L3, com ligação em volta	Letra b, por causa da densidade	Elas continuam acesas. Não, eu acho que é ao contrário, essa daqui continua acesa e L5 fica apagada porque aqui no disjuntor tá aberto aqui, então daqui passa energia para L2 e a L1, e a L3 e L5 ficam negativas

6.	L1, porque tem o “+”	a) L1 também, eu acho, porque aqui é positivo b) Não sei, não entendo nada disso	a) Esse está pra cima, L1 pra cima e L2 pra baixo. E o resistor está embaixo da segunda lâmpada b) L1, por causa que é positivo ali, eu acho.	Acho que nada, por que vai fechar esse daqui, não tem em volta dele o interruptor	5a, porque está no lado positivo e o resistor está pra cá	Se está aberto vai ser alto. Daí vai ser baixo se fechar ou nem ter luz, porque daí vai interromper	a) Vai ser mais forte, por causa que está aqui e é a primeira no lado positivo e esse aqui está no negativo b) a 4 porque esse aqui está fechado	a)Acho que vai continuar a mesma coisa, porque não mudou nada delas, L1 no caso, só mudou aqui na 2 que ela não está fechada b) Também, porque ela não tá, o que mudou aqui foi L2	Acho que é a b, porque ela está no positivo	Ficam fortes, porque não está interrompendo eles, só essa daqui
7.	L1, porque tem energia positiva e chega primeiro nela	a) Eu acho que aqui que tem o positivo também b) Eu acho que talvez seja para normalizar a temperatura para não ter choque	a) Era um so lado do outro, agora tem um acima do outro b)Eu acho que as duas, porque as duas estão do lado positivo	Eu acho que continua o mesmo, só não vai passar energia pra cá porque a L2 fica fechada	5a, porque eu acho que para interferir um pouco a energia e aí o positivo não passa	Não acontece nada, só se fechar vai interromper a passagem de energia, não vai acender	a) Eu acho que a L1 vai ter mais força, porque a carga é positiva b) L2, porque pega negativa mas também pega positiva	a) Eu acho que aqui é mais forte porque não tem nenhum interruptor, na 10 b) Também vai ser mais forte porque pega a carga positiva, no 10	Eu acho que talvez a L1 e talvez passe a energia pra elas, letra b	Elas tem mais força que L2, brilham mais, L1 passa energia direto
8.	L1, pois está próxima do “+”, então brilha mais	L1, porque não tem esse aqui atrapalhando.	A estrutura L2, porque tá direto	Apaga, porque assim tá ligado e se “coisar”, apaga	5b, porque não tem esse negocinho atrapalhando	Ela brilha, e se fechar apaga. Não sei	a) A 4 brilha mais e L1 brilha pouquinho	a) a 1 brilha um pouco mais pois não tem	A, porque elas tem o mesmo brilho	L5 está ligada e L1 está desligada, porque tem um interruptor

		Acho que iria atrapalhar					porque está do lado negativo b) A L4 brilha mais porque está aqui pertinho	energia, na figura 10 b) Vai ficar do mesmo jeito		(aluno ficou em dúvida pois disse que parece que não faria sentido as respostas das questões anteriores)
9.	L1, (inaudível)	a) L2, porque ele tem resistor e está do lado do menos b) Vai ter mais resistência	A forma dele L1, porque está perto do resistor e do lado positivo	Não vai acender, não sei	5b, não sei	Vai ser mais fraca a luz, pois está aberto e está do lado positivo. Não sei	a) Fica mais forte pois está no lado positivo b) Vai ser mais forte, por causa do sinal, eu acho	a) Acende mais rápido pois não tem interferência b) Também, acende mais rápido	A, porque elas estão no mesmo nível	Essa que está do lado positivo, ela liga pois tem mais força e esse aqui (L5) não tem interruptor e está mais fraca pois está do lado negativo
10.	L3, a não, L1, pois está no positivo	a) L2, porque tem mais resistência. b) Eu acho que sim	Tem uma resistência aqui embaixo e acima não tem e os dois estão no positivo. O L2 brilha mais, não sei.	Vai aumentar, não sei	5ª, porque está no lado positivo	Ela não vai acender, não sei. Se fechar, acende	a) L1 é mais forte, pois está no lado positivo b) L2 é mais forte, porque tem uma lâmpada embaixo e não está nem no negativo, nem no positivo	a) Esse aqui (na 10) fica mais forte, porque ele não está transferindo para L3 b) o L4 brilha mais fraco, pois está no lado negativo	B, porque o L1 está no positivo	Continuam apagados, porque estão ligados junto com L2 e o L5 está com L3 e eles desligam e ela desliga também

11.	L1, pois tem o maior sinal do positivo	a) L2, pois a resistência da 1 é muito maior, ela vai passar pra 2, daí vai dar o equilíbrio entre as duas b) Sim	É que parece um ciclo, parece que está indo e voltando, indo e voltando b) L1, pois está muito mais forte	Vai diminuir, por causa que L2 está mais próxima do positivo	5b, porque o resistor vai estar em equilíbrio	Ela fica positiva. Se fechar, daí cai um pouco a energia. Porque aqui tem uma pressão muito forte dentro e fora como tem o interruptor fica mais baixa né	a) Ela é bem mais forte, pois está mais do lado positivo e L3 e L4 está mais do lado negativo b) L2 vai estar forte porque está ligado com a 1 e a 3	a) Equilíbrio entre eles b) Esse está um brilho mais fraco e esse vai estar em equilíbrio com a L1, um pouco mais positivo	C, pois estão todas sincronizadas um com a outra aqui	A L1 continua brilhando e a L5 vai passar brilhando também, porque a 2 vai interferir junto dessa aqui que está bem mais voltada para aquele lado, ela está bem mais pra fora
12.	L1, pois está mais próximo do positivo	a) As duas, parece que tem a mesma energia, mesma carga b) Não interfere	a) Parece que é maior b) L1, por causa do resistor ou igualmente	Mesma coisa ou L2 para de brilhar, porque está em volta do 1 e do 2	5b, porque tem o resistor no positivo	a) Vai continuar brilhando b) para de brilhar, porque fechou	a) L1 brilha mais, mesma resposta da primeira b) Mesma coisa que da 1.	a) Parece que aqui ele foi pros dois e aqui é só um b) Acho que a mesma coisa, brilha mais pois não tem L3	L1 brilha mais que L2, letra b, pela mesma resposta das outras	L1 brilha mais que L5, por causa do positivo
13.	L1, pois está recebendo mais energia	a) L2, porque recebe mais energia	a) Tá chegando mais energia b) L2, recebe mais energia tanto daqui quanto daqui	Vai aumentar, pra cá está passando energia e se vai fechar a energia vai ficar toda pra ele	5b, está recebendo mais energia	a) diminui, a energia vai estar toda aqui dentro b) vai ter mais energia pra ela	a) diminui, porque a energia que está recebendo está indo pra cá b) diminui, pelo mesmo	a) aqui fica mais fraco do que aqui (fraco na 9), ele tá passando energia para L2 e L3 e aqui é só pra L2 b) fica mais fraco, pois	B, não sei explicar	L1 fica mais fraca e L5 também, ela tá passando energia pra essa aqui e ela é fraca por conta da energia que é negativa

							motivo da anterior	está recebendo mais energia da L3 e da L2		
14.	L1, porque deduzi pela imagem	a) L1, mesmo motivo da 1 b) acho que vai	a) que esses estão mais nos ladinhos, em cima b) L2, está ligado com mais coisas	Diminui ou desliga, porque abriu o interruptor	Os dois são o mesmo, pois não tem influência, só está no lado oposto	a) alta, grande, porque o interruptor está aberto e tem a resistência b) vai ser menor o brilho na minha teoria	a) seria igual a L4, não, menor, a L1 tem mais brilho por causa disso daqui	a) Na figura 10 L1 vai ser mais fraco, pois não tem tantas coisas b) o mesmo, ou L da figura 10 vai ser menor, pelo mesmo motivo da anterior	B, por causa desse +, é maior	L1 brilha e L5 não pois o interruptor está aberto
15.	L1, pois está do lado positivo e com isso vai receber mais carga e vai ter mais iluminação	As duas, porque como ela tem uma resistência, vai ter uma divisão de energia que vai conduzir energia igual para as duas	a) os outros só tem uma coisa embaixo e essa tem uma coisa a mais em cima b) L2, porque a carga que ela vai receber vai ser um pouco a mais do que o L1	Toda a energia que seria direcionada a ela vai ser interrompida porque aqui está dividida, então uma não vai receber tanta energia quanto se os dois estivessem conectados	5b, porque a energia que ela vai receber será maior que a 5ª, porque tem um calor intenso embaixo e em cima	a) Ela vai ser minimizada, vai diminuir porque está aberto b) Se estivesse conectado toda a energia que seria carregada a ela seria maior	a) uma está do lado positivo e outra do lado negativo, então como uma está do lado positivo vai ter mais condução de energia do que do lado negativo	a) essa aqui vai ter uma carga de energia mais rápida porque não terá tanto percurso a fazer até chegar na 1, então ela conseguirá ter uma carga maior (na 10) b) elas terão a mesma carga de energia	C, porque as duas estão recebendo a mesma energia	Elas vão ser menores porque como a L5 está do lado negativo e estão desligadas elas não vão conduzir a mesma quantidade de energia que a L1 está recebendo

							b) elas terão uma divisão de energia, então as duas receberão a mesma quantidade de energia	porque o percurso que ela fez na figura 9 está fazendo o mesmo que na figura 10		
16.	L1, (aluno diz que “chutou”)	L1, não sei	a) Não sei b) L1, não sei	Apaga, o interruptor está (inaudível)	5a, pois a lâmpada está no lado de cima	Aumenta, não sei	a) mais forte, porque está do lado positivo b) L2, porque está no meio termo	a) Na figura 10, porque tinha mais coisas usando energias e aqui é menos b) Na figura 10, pelo mesmo motivo da outra	B, pelo que eu disse nas outras, está no lado positivo	A L1 está acesa e L5 está apagado, não sei
17.	L1, por causa do sinalzinho	L2, por causa que ele iguala o nível	a) O resistor só no L1 b) L2, porque o resistor ele vai dividir e o L2 ele é único	Vai aumentar, porque daí o L2 vai diminuir no caso e vai aumentar a luminosidade de L1	5b, pois tem o resistor antes da lâmpada	a) Mais forte, porque daí o resistor vai estar dividindo a luz. b) Vai ficar mais fraco ou vai apagar porque não tem outra lâmpada, ela é única	a) Fica mais forte, por causa do sinalzinho do + b) Fica mais fraco, porque tem que passar pela L3 também	a) Fica mais forte na figura 10, por que aqui ela tem L3 para dividir a luz b) continua a mesma, porque fica o mesmo brilho, porque não tem lâmpada L3	C, porque ela divide com a mesma ligação entre as 3, não tem resistor nenhum	Tem o mesmo brilho, porque da L2 vai passar para L1 e L5

18.	L1, por causa do “+”	a) L1, porque tem o positivo ali b) Ele distribui o mesmo desse aqui para esse aqui	a) Ele está ligado tudo, uma cadeia b) As duas vão brilhar igual, pois estão ligadas em um único resistor	Vai ficar mais forte, porque a energia que vinha dessa aqui vai passar para uma só	5b, porque está saindo a energia daqui e está indo para o resistor para passar resistência para a lâmpada	a) Fica mais forte pois está recebendo energia. b) Não recebe energia, a lâmpada não acende	Que L1 passa para L2 que passa para L3. Fica a mesma coisa que L1 a) é igual a da L4, não, a L1 brilha mais pois está do lado positivo b) L4 recebe o sinal da L2, L2 brilha mais, pois é ela que passa energia para L4	a) Fica mais intenso porque ele transmite energia só pra 1, no 9 b) é que o L4 só mandava agora ele só recebe	O 3 brilha mais, porque ele recebe das 2, letra a	L1 está ligada e L5 não, porque se essas aqui não estão ligadas, não está passando energia pra lá
19.	L1, por causa do positivo	a) L1, porque é positiva b) Não sei	a) Circuito pra cima b) L2, porque o circuito está mais pra cima	a) Apaga, porque isso daqui está perto b) Talvez acenda	5b, porque a resistência vem antes	a) Fica mais forte porque tem a resistência b) Apaga, porque fecha	a) L4, porque tem esse circuito aqui b) Fica menor, pois passa para L4	a) Fica mais forte porque não tem esse aqui do meio (na 10) b) Brilha mais (na 10) porque não tem o L3	A, porque tem dois que vem antes do 3 e é baixa	As duas estão acesas, pois estão foras desse meio aqui

20.	L1, por causa da carga positiva	a) Nenhuma das duas, por causa da resistência, vai ficar brilhando igual b) sim	a) Por causa da carga negativa que a resistência é separada b) L2, não sei	a) Vai aumentar, porque vai tipo fechar a negativa e vai aumentar a positiva	5a, porque a lampada vai estar possuindo uma carga positiva	a) Diminui, por ele estar aberto b) Pode aumentar, não sei	a) Vai ser maior por ele ser positivo b) Vai ser um brilho normal, por estar ligada a positiva e a negativa	a) Vai ser um brilho maior no 10, porque não tem mais uma ligação b) Diminui no 9, por ter várias ligações	C, porque estão liogadas na mesma corrente	L1 está ligada, não, na verdade L5 está ligada por estar antes de L3. E L1 está apagada por ter o interruptor.
-----	---------------------------------	--	---	--	---	---	--	---	--	--