

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Bruno Reinaldo da Silva

ENSINO DE ELETRODINÂMICA POR MEIO DA  
PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA:  
POTENCIALIDADES DO TEMA GERADOR  
CIDADES INTELIGENTES

Passo Fundo

2021

Bruno Reinaldo da Silva

ENSINO DE ELETRODINÂMICA POR MEIO DA  
PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA:  
POTENCIALIDADES DO TEMA GERADOR  
CIDADES INTELIGENTES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Ciências Exatas e Geociências, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação do Dr. Marco Antônio Sandini Trentin.

Passo Fundo

2021

CIP – Catalogação na Publicação

---

S586e Silva, Bruno Reinaldo da  
Ensino de eletrodinâmica por meio da pedagogia histórico-  
crítica: potencialidades do tema gerador cidades inteligentes /  
Bruno Reinaldo da Silva. – 2021.  
125 f. : il., color. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Sandini Trentin.  
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e  
Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2021.

1. Física (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Ensino  
remoto. 3. Eletrodinâmica. 4. Aprendizagem. I. Trentin,  
Marco Antônio Sandini, orientador. II. Título.

CDU: 372.853

---

Catalogação: Bibliotecária Jucelei Rodrigues Domingues - CRB 10/1569

Bruno Reinaldo da Silva

ENSINO DE ELETRODINÂMICA POR MEIO DA  
PEDAGOGIA HISTÓRICO-CRÍTICA:  
POTENCIALIDADES DO TEMA GERADOR  
CIDADES INTELIGENTES

A banca examinadora abaixo APROVA, em 03 de maio de 2021, a dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Tecnologias de Informação, Comunicação e Interação aplicadas ao ensino de Ciências e Matemática.

Dr. Marco Antônio Sandini Trentin  
Universidade de Passo Fundo

Dr. Cênio Back Weyh  
Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Dr. Adriano Canabarro Teixeira  
Universidade de Passo Fundo

## RESUMO

A presente investigação parte de problemas, apontados na literatura e, também, de observações do professor/pesquisador, associados ao ensino de Eletrodinâmica no Ensino Médio. Ensino esse que é reduzido a formalismos matemáticos sem associação com o cotidiano do estudante. A importância de proporcionar um estudo associado ao mundo vivencial do educando deve-se ao fato de que os conhecimentos próximos à realidade do aluno se tornam mais significativos. E, conseqüentemente, permite com que ele seja um ser ativo e atuante na realidade em que se encontra, confrontando o senso comum com os conhecimentos científicos. Diante disso e verificando as potencialidades do tema gerador Cidades Inteligentes, elaborou-se a seguinte pergunta: Quais são as possibilidades que a temática Cidades Inteligentes abre para o ensino de Eletrodinâmica? Para responder a esse questionamento, buscaram-se subsídios na Teoria da Pedagogia Histórico-Crítica de Saviani (1999) e Gasparin (2015) e, como apoio, a abordagem STEM. A partir dessas escolhas, formulou-se, como objetivo do estudo, analisar as potencialidades de uma proposta didática de ensino de Eletrodinâmica num contexto de Cidades Inteligentes. Tal proposta é um Produto Educacional na forma de sequência didática apoiada sobre os passos da Pedagogia Histórico-Crítica (Prática Social Inicial, Problematização, Instrumentalização e Catarse e Prática Social Final). A pesquisa tem uma abordagem qualitativa, ação e participante; sua coleta de dados se deu por meio do Diário de Bordo, dos materiais produzidos pelos estudantes, das aulas gravadas da disciplina e do relatório da plataforma gamificada Kahoot. Nesse contexto, foram usados, como categorias de análises, os passos propostos pela Pedagogia Histórico-Crítica. Os resultados discutidos nessas categorias apontam que uma abordagem contextualizada e próxima ao cotidiano dos estudantes contribui para uma aprendizagem mais significativa dos conceitos de Eletrodinâmica. Principalmente quando o estudante se colocar no lugar de um morador de uma Cidade Inteligente e tiver a possibilidade de contribuir com soluções inteligentes. Também se constatou que os passos propostos pela Pedagogia Histórico-Crítica fornecem subsídios para os estudantes serem seres ativos e atuantes na realidade na qual se encontram, pois os conteúdos estudados em sala de aula fazem sentido a eles e apresentam possibilidades de como podem usar esses conhecimentos no seu dia a dia. A proposta didática construída se mostrou flexível, podendo ser aplicada em um ambiente presencial e/ou remoto. Com base nos dados obtidos, pode-se concluir que o tema gerador Cidades Inteligentes para o estudo da Eletrodinâmica proporcionou uma aprendizagem significativa dos conceitos de Eletrodinâmica e que, por meio das dimensões trabalhadas, segundo a teoria da Pedagogia Histórico-Crítica, é possível verificar os maiores interesses dos estudantes em um determinado momento e trabalhar com eles para proporcionar um ensino de qualidade, uma aprendizagem com significado e ao mesmo tempo transformadora. O Produto Educacional, em formato de sequência didática, que acompanha o estudo está disponibilizado na forma de material de apoio para professores da Educação Básica no site do programa e no Portal eduCapes <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/603303>>.

**Palavras-chave:** Passos da Pedagogia Histórico-Crítica. Ensino remoto. Tema gerador. STEM.

## ABSTRACT

The present investigation is based on problems, pointed out in the literature and also from observations of the teacher/researcher, associated with the teaching of Electrodynamics in high school. This teaching is reduced to mathematical formalisms without association with the student's daily life. The importance of providing a study associated with the experiential world of the student is due to the fact that the knowledge close to the reality of the student becomes more significant. And, consequently, it allows him to be an active and active being in the reality he is in, confronting common sense with scientific knowledge. In view of this and verifying the potentialities of the intelligent cities generating theme, the following question was elaborated: What possibilities does the theme intelligent cities open for the teaching of electrodynamics? To answer this question, we sought subsidies in the Theory of Historical-Critical Pedagogy of Saviani (1999) and Gasparin (2015) and as support for the STEM approach. Based on these choices, the objective of the study was to analyze the potentialities of a didactic sequence of teaching of Electrodynamics in a context of Intelligent Cities. This proposal is an educational product in the form of a didactic sequence supported on the steps of Historical-Critical Pedagogy (Initial Social Practice, Problematization, Instrumentalization and Catharsis and Final Social Practice). Research takes a qualitative, action and participant approach, which was collected through the logbook, the materials produced by the students, the recorded classes of the discipline and the report of the kahoot gamified platform. In this context, the steps proposed by the Historical-Critical Pedagogy were used as categories of analyses. The results discussed in these categories indicate that a contextualized approach close to the students' daily lives contributes to a more significant learning of the concepts of Electrodynamics. Especially when the student puts himself in the place of a resident of a Smart City and has the possibility to contribute with intelligent solutions. It was also found that the steps proposed by the Historical-Critical Pedagogy provide subsidies for students to be active beings and active in the reality that they are, because the contents studied in the classroom make sense to them and present possibilities of how they can use this knowledge in their daily life. The didactic proposal was flexible and can be applied in a face-to-face and/or remote environment. Based on the data obtained, it can be concluded that the theme generating Intelligent Cities for the study of Electrodynamics provided a significant learning of the concepts of Electrodynamics. And that through the dimensions worked, according to the theory of Historical-Critical Pedagogy, it is possible to verify the greatest interests of students at a given time and work with them to provide quality teaching, meaningful learning and at the same time transformative. The educational product, in the form of a didactic sequence, that accompanies the study is available in the form of support material for basic education teachers on the program's website and on the eduCapes Portal <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/603303>>.

**Keywords:** Steps of Critical-Historical Pedagogy. Remote teaching. Generating theme. STEM.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, Roselaine e José, por sempre se fazerem presentes na minha caminhada acadêmica, sempre me incentivando a “voar mais alto”. E, pelo incentivo, desde pequeno, a buscar conhecer e entender as coisas ao meu redor.

Ao Orientador Dr. Marco Antônio Sandini Trentin, pelos diversos diálogos, sugestões, recomendações e intervenções ao longo da construção deste trabalho. Manifesto aqui minha gratidão por compartilhar sua sabedoria, o seu tempo e a sua experiência.

Aos professores do PPGECM pelos momentos de reflexão e aprendizagem. Digo, com certeza, que todos os ensinamentos e experiências trocadas em nossas aulas contribuíram muito para a minha formação docente.

Aos professores Dr. Dermeval Saviani, Dr. José Claudinei Lombardi, Dr. Ana Carolina Galvão Marsiglia e Dr. Luciana Cristina Salvatti Coutinho pelo interesse em se fazerem presentes na Banca de Qualificação. Também agradeço a todos pelo apoio e pelas mensagens motivacionais para seguir minha pesquisa.

Aos estudantes das turmas 331, 332 e 333, de 2020, da Escola Estadual de Ensino Médio Cônego João Batista Sorg por se fazerem presentes (remotamente), por mais que 2020 tenha sido um ano atípico em função da pandemia da *Covid-19*. Agradeço também a toda a equipe diretiva da escola, que permitiu a aplicação deste trabalho.

À Banca de Qualificação pelas valiosas contribuições para este trabalho.

Agradeço a coordenadora pedagógica do Ensino Médio do colégio Sinodal Rui Barbosa, Raquel Amende Leal pelas contribuições para este trabalho.

E a todos os colegas e amigos que colaboraram de uma forma ou outra.

“Para a Pedagogia Histórico-Crítica, educação é o ato de produzir, direta e intencionalmente, em cada indivíduo singular, a humanidade que é produzida histórica e coletivamente pelo conjunto dos homens”.

Dermeval Saviani

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Trabalhos: Ensino de Eletrodinâmica .....	31
Quadro 2 - Metodologia e ano de ensino de cada pesquisa.....	32
Quadro 3 - Resumo dos encontros e instrumentos de coleta de dados.....	42
Quadro 4 - Conteúdo e objetivos de aprendizagem.....	46
Quadro 5 - Intenções do aluno e compromisso de ação .....	53
Quadro 6 - Conteúdos e objetivos específicos - Tópicos de Eletrodinâmica .....	54
Quadro 7 - Organização dos encontros: atividade desenvolvida e Modalidade.....	64
Quadro 8 - Benefícios e fragilidades da IoT .....	70
Quadro 9 - Intenção e proposta de ação - Estudante .....	76
Quadro 10 - Intenção e proposta de ação - Estudante .....	76
Quadro 11 - Intenção e proposta de ação - Estudante .....	76
Quadro 12 - Perguntas e objetivos de aprendizagem associados .....	104

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Produto Educacional .....	44
Figura 2 - Disponibilização da aula gravada de IoT.....	69
Figura 3 - Atividade assíncrona: benefícios e fragilidades da IoT .....	70
Figura 4 - Disponibilização da aula gravada de Cidades Inteligentes .....	73
Figura 5 - Atividade assíncrona: Síntese da IoT e Cidades Inteligentes .....	73
Figura 6 - Trecho da síntese IoT - Estudante.....	74
Figura 7 - Trecho da síntese IoT - Estudante.....	74
Figura 8 - Trecho síntese IoT - Estudante .....	74
Figura 9 - Trecho da síntese IoT - Estudante.....	74
Figura 10 - Trecho da síntese IoT - Estudante .....	75
Figura 11 - Trecho da síntese IoT - Estudante .....	75
Figura 12 - Trecho da síntese IoT - Estudante .....	75
Figura 13 - Atividade assíncrona - Quadro de compromisso social.....	76
Figura 14 - Intenção e proposta de ação - Estudante.....	76
Figura 15 - Atividade assíncrona - solução inteligente .....	77
Figura 16 - Disponibilização da aula gravada dos primeiros conceitos de Eletrodinâmica .....	81
Figura 17 - Disponibilização da aula de energia consumida e leis de Ohm.....	84
Figura 18 - Atividades de sistematização - primeiros conceitos de Eletrodinâmica.....	84
Figura 19 - Resolução - estudante .....	85
Figura 20 - Resolução - estudante .....	85
Figura 21 - Resolução - estudante .....	85
Figura 22 - Resolução - estudante .....	86
Figura 23 - Resolução - estudante .....	86
Figura 24 - Resolução - estudante .....	86
Figura 25 - Resolução - estudante .....	87
Figura 26 - Resolução - estudante .....	87
Figura 27 - Resolução - estudante .....	87
Figura 28 - Resolução - estudante .....	87
Figura 29 - Resolução - estudante .....	88
Figura 30 - Atividade assíncrona - consumo de energia elétrica em casa.....	88
Figura 31 - Resolução - estudante .....	89
Figura 32 - Resolução - estudante .....	89

Figura 33 - Resolução - estudante .....	90
Figura 34 - Resolução - estudante .....	90
Figura 35 - Resolução - estudante .....	91
Figura 36 - Resolução - estudante .....	91
Figura 37 - Resolução - estudante .....	92
Figura 38 - Circuito no simulador Construção circuito DC da plataforma PhET .....	94
Figura 39 - Disponibilização da aula síncrona de associação de resistores em série .....	94
Figura 40 - Atividade assíncrona - desafios de associação em série de resistores .....	95
Figura 41 - Resolução - estudante .....	96
Figura 42 - Resolução - estudante .....	96
Figura 43 - Resolução - estudante .....	97
Figura 44 - Associação em série e em paralelo de resistores .....	99
Figura 45 - Disponibilização da aula síncrona de associação em paralelo de resistores .....	100
Figura 46 - Atividade assíncrona - desafios de associação em paralelo de resistores .....	101
Figura 47 - Resolução - estudante .....	101
Figura 48 - Resolução - estudante .....	102
Figura 49 - Resolução - estudante .....	102
Figura 50 - Resolução - estudante .....	103
Figura 51 - Pergunta no Kahoot .....	103
Figura 52 - Disponibilização da aula síncrona - atividade no Kahoot .....	105
Figura 53 - Atividade assíncrona - solução inteligente .....	106

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
Confins	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
CRE	Coordenadoria Regional da Educação
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
IoT	Internet das Coisas
PCNs	Parâmetros Curriculares Nacionais
PHC	Pedagogia Histórico-Crítica
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PIS	Programa de Integração Social
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PPGECM	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
STEM	Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
UNINTER	Centro Universitário Internacional
UPF	Universidade de Passo Fundo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
<b>2.1</b>	<b>A Pedagogia Histórico-Crítica .....</b>	<b>20</b>
<b>2.2</b>	<b>O Ensino de Física e de Eletrodinâmica no Ensino Médio .....</b>	<b>22</b>
<b>2.3</b>	<b>Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na Educação .....</b>	<b>24</b>
<b>2.4</b>	<b>Internet das Coisas e Cidades Inteligentes.....</b>	<b>27</b>
<b>2.5</b>	<b>Abordagem STEM .....</b>	<b>29</b>
<b>2.6</b>	<b>Estudos Relacionados.....</b>	<b>30</b>
<b>3</b>	<b>A PESQUISA .....</b>	<b>37</b>
<b>3.1</b>	<b>Metodologia da Pesquisa.....</b>	<b>37</b>
<b>3.2</b>	<b>Instrumentos de Análise de Dados.....</b>	<b>38</b>
<b>3.3</b>	<b>Análise dos Resultados.....</b>	<b>39</b>
<b>4</b>	<b>SEQUÊNCIA DIDÁTICA E SUA APLICAÇÃO .....</b>	<b>41</b>
<b>4.1</b>	<b>Local de Aplicação e Cronograma de Aplicação .....</b>	<b>41</b>
<b>4.2</b>	<b>Produto Educacional.....</b>	<b>43</b>
<b>4.3</b>	<b>Implementação do Produto Educacional .....</b>	<b>46</b>
<i>4.3.1</i>	<i>Primeiro encontro: Prática Social Inicial e Problematização .....</i>	<i>46</i>
<i>4.3.2</i>	<i>Segundo encontro: Instrumentalização – Internet das Coisas.....</i>	<i>49</i>
<i>4.3.3</i>	<i>Terceiro encontro: Instrumentalização - Cidades Inteligentes.....</i>	<i>52</i>
<i>4.3.4</i>	<i>Quarto encontro: Catarse e Prática Social Final.....</i>	<i>53</i>
<i>4.3.5</i>	<i>Quinto encontro: Prática Social Inicial e Problematização.....</i>	<i>54</i>
<i>4.3.6</i>	<i>Sexto encontro: Instrumentalização I – Corrente elétrica, potência elétrica e energia consumida .....</i>	<i>55</i>
<i>4.3.7</i>	<i>Sétimo encontro: Instrumentalização II – Leis de Ohm.....</i>	<i>57</i>
<i>4.3.8</i>	<i>Oitavo encontro: Instrumentalização III - Associação em série de resistores .....</i>	<i>58</i>
<i>4.3.9</i>	<i>Nono encontro: Instrumentalização IV – Associação em paralelo de resistores .....</i>	<i>59</i>
<i>4.3.10</i>	<i>Décimo encontro: Instrumentalização IV – Componentes eletrônicos.....</i>	<i>59</i>
<i>4.3.11</i>	<i>Décimo primeiro encontro: Catarse .....</i>	<i>60</i>
<i>4.3.12</i>	<i>Décimo segundo e décimo terceiro encontro: Prática Social Final I.....</i>	<i>61</i>
<i>4.3.13</i>	<i>Décimo quarto encontro: Prática Social Final II.....</i>	<i>61</i>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>	<b>63</b>
<b>5.1</b>	<b>Eixo I: Internet das Coisas e Cidades Inteligentes .....</b>	<b>64</b>

5.1.1	<i>Prática Social Inicial</i> .....	65
5.1.2	<i>Problematização</i> .....	65
5.1.3	<i>Instrumentalização</i> .....	68
5.1.4	<i>Catarse</i> .....	73
5.1.5	<i>Prática Social Final</i> .....	75
<b>5.2</b>	<b>Eixo II: Tópicos de Eletrodinâmica</b> .....	<b>78</b>
5.2.1	<i>Prática Social Inicial</i> .....	79
5.2.2	<i>Problematização</i> .....	79
5.2.3	<i>Instrumentalização</i> .....	80
5.2.4	<i>Catarse</i> .....	103
5.2.5	<i>Prática Social Final</i> .....	106
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>110</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>114</b>
	<b>APÊNDICE A - Material respondido com os estudantes sobre a associação em série de resistores</b> .....	<b>121</b>
	<b>APÊNDICE B - Material respondido com os estudantes sobre a associação em série de resistores</b> .....	<b>123</b>
	<b>ANEXO A - Atestado de aplicação do Produto Educacional</b> .....	<b>125</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde pequeno, fui incentivado pela minha família a questionar sobre como as “coisas” ao meu redor funcionavam. O que me possibilitou compreender, por exemplo, como uma simples direção de um carrinho de brinquedo feito em casa conseguia girar as suas rodas. Ou entender como funcionava algumas partes de um complexo motor de um automóvel. Com o passar dos anos, essa curiosidade foi se aguçando cada vez mais, necessitando de alguns artifícios teóricos de Física, para poder compreender situações ou fenômenos um pouco mais complexos.

No 9º Ano do Ensino Fundamental, alguns conhecimentos vieram a somar e auxiliar na compreensão de alguns fenômenos, por meio da Física. Ela apareceu de uma forma um pouco tímida no componente curricular de Ciências, que, durante o ano letivo, dividia-se em Física e Química. O gosto pela disciplina vinha em função da facilidade da compreensão dos artifícios matemáticos, que, na Física, eram usados como apoio para a explicação de alguns fenômenos, mas, também, pelo desejo de aprender cada vez mais sobre as “coisas” que estão ao nosso redor.

Durante o Ensino Médio, o gosto pela disciplina foi ampliando. Diante disso, começou a ser cogitada a possibilidade de um dia poder exercer a profissão de docente de Física. A escolha era fundamentada em dois pilares: o gosto pela disciplina e a satisfação em poder ajudar alguns de meus colegas de classe que tinham dificuldades no componente curricular de Física. Esses foram alguns dos fatores que me levaram à área de docência e também por acreditar no potencial transformador que a educação tem. Nessa mesma época, começaram a surgir alguns gostos a mais, como o interesse na construção de jogos digitais e a programação de *games* e computadores. Por isso, fui em busca do responsável da informática da escola em que fiz o Ensino Médio, e solicitei a ele algumas sugestões de plataformas e formas de iniciar a construção de um jogo. Sendo então indicado, inicialmente, o programa *Kodu Games Lab* e, em seguida, o *3D Game Studio*.

Em 2013, prestei o vestibular para o curso de Graduação em Física Licenciatura, na Universidade de Passo Fundo, no qual obtive a aprovação. No ano seguinte, iniciei a caminhada no Ensino Superior, em busca de aperfeiçoar os conhecimentos e de me constituir professor. No primeiro semestre de graduação, tive a oportunidade de iniciar um estágio na Rede Municipal de Educação, na Escola Municipal Georgina Rosado, na cidade de Passo Fundo. Foi onde tive o primeiro contato com a Educação Básica como Monitor escolar de crianças e adolescentes incluídos. Nesse local, tive a possibilidade de contribuir com a

formação dos estudantes e, também, pude observar como os professores da escola lecionavam e conseguiam mediar os conflitos cotidianos de sala de aula. No segundo semestre, surgiu a oportunidade de ser estagiário do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid). Os primeiros passos foram dados no Instituto Educacional Cardeal Arcoverde, em Passo Fundo, onde tive a oportunidade de vivenciar o cotidiano escolar na visão de um estagiário da disciplina de Física. No tempo em que fiquei nessa escola, desenvolvi várias atividades, tais como: auxiliar os alunos com dúvidas nos conteúdos, preparar atividades que auxiliassem na compreensão da Física e construir, juntamente com os outros estagiários e com a professora coordenadora, planos de aula. No ano seguinte, por opção e em busca de conhecer novas realidades, mudei para o Colégio Estadual Joaquim Fagundes dos Reis, também em Passo Fundo, no qual permaneci por dois anos. Nesse local, aprendi muito sobre o cotidiano escolar e as atribuições docentes. Também tive a oportunidade de perceber o potencial de atividades experimentais e as potencialidades que os textos de divulgação científica têm para a ampliação do conhecimento dos alunos.

No ano de 2016, ingressei como professor substituto no Instituto de Educação Franciscana Nossa Senhora da Glória, em Carazinho-RS. No ano seguinte, fui contratado como professor efetivo do componente curricular de Física. Na instituição, durante quase três anos, lecionei a disciplina de Física e trabalhei com as oficinas Pequenos Cientistas e Lógica Matemática, no turno inverso, com estudantes do 1º ao 5º Ano do Ensino Fundamental. Nesse mesmo ano, assumi um Contrato Emergencial do Estado, no Governo do Estado do Rio Grande do Sul, nas disciplinas de Matemática e Física. O primeiro componente curricular ministrei até o ano de 2019 e o segundo permaneço até os dias de hoje.

Ainda em 2017, no final do curso de graduação em Física Licenciatura, defendi o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado Caminhos trilhados pela Comunicação a distância: do telégrafo ao telefone celular. Esse trabalho foi fruto de um gosto pessoal pela história da telecomunicação que deu origem à pesquisa bibliográfica desenvolvida. Com ela, foi possível, nesse mesmo ano, propor, na escola privada, uma atividade prática que envolvia a construção de equipamentos de comunicação e, ao mesmo tempo, uma linha do tempo sobre a evolução da telecomunicação.

Em 2018, iniciei a especialização em Metodologia do Ensino de Matemática e Física no Centro Universitário Internacional (UNINTER), com o objetivo principal de ampliar os conhecimentos, tanto na área de Matemática quanto na Física. Nas disciplinas do curso, conheci novas metodologias e, também, novos teóricos da área da educação que, com seus pensamentos, contribuem para a prática docente. A meu ver, um dos teóricos que faz mais

sentido e que se verificou, na prática, que auxiliava numa melhor compreensão dos conceitos das Ciências e possibilitava verificar aplicações cotidianas no dia a dia dos estudantes foi a Pedagogia Histórico Crítica (PHC), de Demerval Saviani. Acredita-se que a afinidade com a teoria e com a prática foi consequência das vivências advindas da prática docente na escola pública.

Atualmente, a educação pública brasileira sofre com problemas provenientes de alguns segmentos sociais (político, econômico e social). Essas dificuldades refletem diretamente na escola, fazendo com que a dinâmica de seu funcionamento seja alterada. Durante anos, observou-se que isso fez com que se fossem alterando os sujeitos que estão sendo formados. Há algum tempo, as metodologias tradicionais de ensino eram suficientes para a aprendizagem dos estudantes, em função do acesso às informações sistematizadas serem restritas a livros que se encontravam, em sua grande maioria, em bibliotecas. Hoje, as fontes de informação estão ficando cada vez mais diversificadas e acessíveis a qualquer um. Isso sugere que as metodologias de ensino sejam adaptadas a essa geração que está imersa em um mundo da informação e da tecnologia. Sendo assim, é importante essa visão voltada aos alunos, porém, para se ter uma visão mais ampliada, é relevante, também, ter o olhar sobre o docente, pois, no processo de ensino-aprendizagem, devem-se considerar os fatores externos tanto do alunado quanto do professorado. Dessa forma, é importante ressaltar que os professores da escola pública perpassam por alguns problemas, tais como: baixa remuneração, desqualificação de seu trabalho, aumento da violência na escola, dentre outros.

Outros fatores que corroboram isso são as grades curriculares extensas, com muitos conteúdos para serem trabalhados em um curto intervalo de tempo, que não permitem um trabalho de qualidade e muito menos uma educação transformadora. Em especial a disciplina de Física, que tem uma carga horária semanal curta, de dois períodos semanais em grande parte das instituições de ensino, não se conseguindo, na maioria das vezes, dar conta dos objetos de conhecimento previstos. Isso acaba dificultando o ensino por parte do professor e a aprendizagem por parte do aluno, pois preza-se pelo cumprimento do que é previsto em detrimento da aprendizagem dos estudantes. Isso faz com que a disciplina de Física, muitas vezes, se reduza a formalismos matemáticos e à aplicação de fórmulas, o que, de fato, não faz a disciplina cumprir o seu papel social, que, segundo os PCNs, é fornecer subsídios aos jovens para adquirirem “competências para lidar com as situações que vivenciam ou que venham a vivenciar no futuro, muitas delas novas e inéditas” (BRASIL, 2002, p. 61).

Uma das dificuldades que os estudantes têm na Física, observadas na prática docente e registradas na literatura, é referente à compreensão da Eletrodinâmica, em especial nos

conceitos e aplicações de corrente elétrica, diferença de potencial, resistores, geradores e receptores (MARTINS, 2016, p. 11), (LATOSINSKI, 2013, p. 14) e (BARROS, 2015, p. 17). Esses conteúdos, geralmente, são apresentados de forma desvinculada do cotidiano do estudante, ficando apenas em cálculos matemáticos que nem sempre fazem sentido ao educando. A grande maioria dos alunos vive em um mundo que é dominado por aparelhos eletrônicos e que fazem uso da energia elétrica, porém, pelo estilo de ensino, tem a compreensão dos conceitos de Eletrodinâmica dificultada. Outros fatores que interferem nesse aprendizado são a formação falha pelo professor, em função de sua carga horária expressivamente elevada, o curto tempo de planejamento, a falta de recursos por parte do governo para disponibilizar a capacitação adequada e fornecimento de materiais, como softwares educacionais e kits de robótica para auxiliar na compreensão dos conceitos de Física e possibilitar que sejam propostos desafios aliados à tecnologia.

Essas e outras dificuldades encontradas ao longo da história são sinalizadas por Saviani (1999), quando ele descreve a transição da Pedagogia Tradicional para a Pedagogia Nova e faz um questionamento,

Se o escolanovismo pressupõe métodos sofisticados, escolas mais bem equipadas, menor número de alunos em classe, maior duração da jornada escolar; se se trata de uma escola mais agradável, capaz de despertar o interesse dos alunos, de estimulá-los à iniciativa, de permitir-lhes assumir ativamente o trabalho escolar, por que não implantar esse tipo de escola exatamente para as camadas populares onde supostamente a passividade, o desinteresse, as dificuldades de aprendizagem são maiores? (p. 78).

Observa-se que tal questionamento é bem atual e que se necessita de um olhar diferenciado para a escola pública, trazendo novos métodos e novas formas de ensino-aprendizagem que possibilitem aos estudantes terem acesso ao saber construído historicamente pela humanidade. Uma das formas de alcançar esse objetivo e de proporcionar uma educação de qualidade a essa realidade é por meio da PHC. Há vários pontos positivos nessa teoria, entre eles, Saviani (1999) sinaliza que

Uma Pedagogia articulada com os interesses populares valorizará, pois, a escola não será indiferente ao que ocorre em seu interior; estará empenhada em que a escola funcione bem; portanto, estará interessada em métodos de ensino eficazes. Tais métodos se situarão para além dos métodos tradicionais e novos, superando por incorporação as contribuições de uns e de outros (p. 79).

Ainda, segundo o autor, os “novos” métodos estimularão a atividade e a iniciativa dos estudantes, não deixando por fora a iniciativa do docente. Isso tudo favorecerá os diálogos

entre os pares e com o professor, valorizando a cultura construída historicamente. Além de considerar os interesses dos estudantes, levará em conta os ritmos de aprendizagem e o desenvolvimento psicológico de cada indivíduo. Sem esquecer da “sistematização lógica dos conhecimentos, sua ordenação e gradação para efeitos do processo de transmissão-assimilação dos conteúdos cognitivos” (SAVIANI, 1999, p. 79). Ou seja, uma metodologia de ensino que seja apoiada pelo tripé Prática-Teoria-Prática, que inicie pelos problemas associados às vivências do estudante, perpassa pelo conhecimento científico e retorne à prática social. Em outras palavras, uma sequência que permita aos estudantes perceberem situações inquietantes em seu cotidiano e que, ao final de todo o processo, os conteúdos estudados façam sentido para eles. Para que isso seja possível é sinalizado por Fernandes (1989, p. 170) que

O professor precisa se colocar na situação de um cidadão de uma sociedade capitalista subdesenvolvida e com problemas especiais e, nesse quadro, reconhecer que tem um amplo conjunto de potencialidades, que só poderão ser dinamizadas se ele agir politicamente, se conjugar uma prática pedagógica eficiente a uma ação política de mesma qualidade (apud ZIENTARSKI; WEYH, 2017, p. 10).

Uma temática, associada a algumas vivências dos estudantes, que pode vir a contribuir com a formação de conceitos é Cidades Inteligentes. Segundo Kanter e Litow (2009, p. 2),

as Cidades Inteligentes são aquelas capazes de conectar de forma inovativa as infraestruturas físicas e de TIC, de forma eficiente e eficaz, convergindo os aspectos organizacionais, normativos, sociais e tecnológicos a fim de melhorar as condições de sustentabilidade e de qualidade vida da população (apud WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2017, p. 3-4).

Por ser algo diretamente ligado ao cotidiano dos estudantes e permitir que esses prevejam, por exemplo, como seria uma cidade futurística, o tema tem um potencial para motivá-los a querer aprender sobre ele. Como consequência da aprendizagem do tema, alguns conhecimentos de Física são necessários para poder agir diante dessa realidade tecnológica, a Eletrodinâmica. A Eletrodinâmica é um dos campos de estudo da Física que se ocupa de explicar os fenômenos associados às cargas elétricas em movimento. Ou seja, preocupa-se em explicar, matematicamente e conceitualmente, a forma como os equipamentos usados em nosso cotidiano funcionam. Além disso, ela nos possibilita, tendo posse desses conhecimentos, intervir em nossa realidade, por exemplo, compreender o consumo de eletricidade na residência e a composição da fatura mensal de energia elétrica.

Para que seja possível aos alunos serem pensantes, ativos, construtores de seu próprio conhecimento e atuantes na realidade em que se encontram, uma das propostas de ensino que

vêm a somar com isso e que comunga com a mesma ideia é a abordagem STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*). Segundo Freitas (2019, p. 3),

Basicamente, a proposta STEM incentiva que os conceitos das áreas de ciências Físicas, ciências da vida e ciências da terra sejam ensinados a partir de um desafio de engenharia, o qual deve estar inserido num contexto autêntico, onde os estudantes podem explorar e desenvolver tecnologias para solucioná-lo, por meio de processos de design de engenharia, dentro do nível dos alunos (apud GUZEY; MOORE; HARWELL, 2016).

Ainda, segundo o autor, o objetivo central do STEM é possibilitar desde cedo o desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas, desenvolvendo um ambiente motivador e tornando o ensino de ciências mais prático e a aprendizagem do estudante significativa. Um dos pilares da educação STEM são as atividades em grupos, a fim de que os alunos desenvolvam a habilidade de trabalhar em equipe.

Tendo em vista os pressupostos teórico-metodológicos mencionados anteriormente e a realidade da escola pública hoje, questiona-se: Quais são as possibilidades que a temática Cidades Inteligentes abre para o ensino de Eletrodinâmica? Nesse sentido, o objetivo geral da pesquisa é analisar as potencialidades de uma proposta didática de ensino de Eletrodinâmica num contexto de Cidades Inteligentes. E, como objetivos específicos:

- apresentar discussões teóricas relacionadas ao ensino de Física, Eletrodinâmica, a teoria da PHC e da abordagem STEM;
- estruturar e aplicar uma sequência didática<sup>1</sup> que siga os passos propostos pela PHC e que seja apoiado pela abordagem STEM, para o ensino de alguns tópicos de Eletrodinâmica, vinculada ao tema Cidades Inteligentes;
- apresentar um Produto Educacional na forma de uma sequência didática de apoio a professores, considerando as alterações apontadas no presente estudo de viabilidade;
- analisar se as atividades desenvolvidas durante a aplicação do material desenvolvido favoreceram a compreensão dos conceitos, formalizações matemáticas e aplicabilidade cotidiana da Eletrodinâmica.

Pensa-se que a aprendizagem baseada em situações reais traz grandes benefícios ao desenvolvimento cognitivo do estudante, principalmente quando se trata de projeções

---

<sup>1</sup> O material havia sido projetado para um ambiente presencial, porém, com o advento da pandemia da Covid-19, o mesmo teve que ser adaptado para a modalidade remota (síncrona e assíncrona). Ressalta-se que o material pode ser usado tanto em um ambiente presencial, quanto em um ambiente remoto, pois ele proporciona uma flexibilidade na execução das suas tarefas.

futuristas associadas às Cidades Inteligentes, pois hoje os estudantes vivenciam alguns resquícios de uma certa evolução em sua cidade, como sensores em portas, lâmpadas, radares de velocidade, dentre outros - dispositivos esses que fazem parte do cotidiano do educando e, por isso, pensa-se que seja possível ele participar e ter ideias para contribuir com uma Cidade Inteligente e, ao mesmo tempo, sustentável. Por esses e outros motivos, seguramente, uma atividade como essa poderá vir a contribuir significativamente para o educando se tornar protagonista e participante da realidade na qual está inserido, tendo a possibilidade de interferir diretamente nela, questionando-a com base em seu conhecimento e suas pesquisas.

Esta pesquisa está estruturada em seis capítulos, sendo que o primeiro capítulo é a Introdução deste trabalho. O segundo capítulo, Referencial Teórico, é dividido em seis seções, as quais serão descritas brevemente a seguir. Na primeira seção, é descrita a teoria da Pedagogia Histórico-Crítica e seus cinco passos que possibilitam uma educação transformadora. Na segunda seção, é apresentado um panorama geral sobre o ensino de Física ao longo dos anos e os resquícios que se tem dessa forma de ensino até os dias atuais. Na terceira seção, são apresentados os benefícios que as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) trazem para a educação de uma forma geral e como isso pode contribuir positivamente para o ensino de Física, em específico na Eletrodinâmica. Na quarta seção, são trazidas algumas informações acerca da IoT, com principal ênfase no ramo Cidades Inteligentes, associado às contribuições e aos benefícios que a tecnologia tem trazido para as pessoas. Na sequência, na quinta seção, são trazidas algumas das contribuições da abordagem STEM, com ênfase no protagonismo dos estudantes e a união da Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática para a resolução de problemas associados ao cotidiano. E, na última seção, são comentados alguns estudos recentes da literatura associados ao ensino de Eletrodinâmica com turma do Ensino Médio regular. O terceiro capítulo, Pesquisa, na primeira seção são apresentadas as características da pesquisa, na segunda, os instrumentos utilizados para a análise dos dados e, na terceira, as categorias de análise. No quarto capítulo, Sequência Didática e sua Aplicação, que está dividido em três seções, é apresentado, de forma breve, o local de aplicação, a descrição dos quatorze encontros da aplicação do Produto Educacional e o Produto Educacional, que é uma sequência didática apoiada sobre a PHC e a abordagem STEM, tendo como tema norteador as Cidades Inteligentes. No quinto capítulo, Discussão e Análise dos Resultados, são apresentados os resultados obtidos nessa pesquisa, por meio das categorias de análise. E, por fim, no último capítulo, Conclusão, são apresentadas as considerações finais sobre a pesquisa.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Atualmente, a escola pública passa por algumas dificuldades que vão desde a falta de recursos para a instituição até a má remuneração dos profissionais de educação. Esses fatores acabam refletindo nos componentes curriculares e no desempenho dos alunos. Uma das disciplinas que há muitos anos vem sendo observada em função das dificuldades dos alunos em sua aprendizagem e, também, como reflexo disso, é a disciplina de Física, que possui uma grade curricular extensa e uma pequena carga horária semanal. Um dos conteúdos dessa disciplina que se apresenta como uma das maiores dificuldades dos estudantes é a Eletrodinâmica, que está presente no cotidiano do aluno, porém é trabalhado de forma abstrata sem ligação com as suas vivências, como é sinalizado por Soares (2017), Martins (2016) e Silva (2016). Acredita-se que uma das formas que possa vir a minimizar os problemas citados é por meio da teoria da PHC. Essa teoria sinaliza que, no ambiente de aprendizagem, o professor deve atuar como mediador do conhecimento, e a escola como instituição social que tem a função de formar sujeitos pensantes, questionadores e ativos na realidade que se encontram.

### **2.1 A Pedagogia Histórico-Crítica**

A PHC é uma teoria educacional que vem como resposta ao movimento Escola Nova ocorrido na década de 70. Esse movimento teve como objetivo a superação do modelo tradicional de educação, Behaviorismo de Skinner, conhecido como estímulo-resposta, onde não se consideravam os conhecimentos prévios dos estudantes. Diante desse questionamento associado ao modelo de educação, começaram a surgir algumas primeiras aproximações da PHC. A PHC tem um olhar especial para a escola pública, instituição que, conforme observação de Saviani (1999), estava sendo deixada de lado. Muitas das novas metodologias advindas da Escola Nova eram direcionadas aos estudantes da escola privada. Diante disso, a teoria pretendia trazer à escola pública essas novas metodologias e formas de ensino voltadas à prática social dos sujeitos envolvidos no processo de ensino e aprendizagem e que contribuiriam para a formação cidadã.

A PHC tem suas origens no Materialismo Histórico-dialético de Karl Marx, que tem em sua essência o comunismo. A emancipação da classe trabalhadora, segundo Saviani (2012), pode ser feita pelo conhecimento, por meio do qual o povo (classe trabalhadora) pode começar a questionar e conseguir a liberdade diante da classe burguesa. Para que isso seja

possível, Saviani pensou e desenvolveu uma teoria que trouxesse para dentro da sala de aula esses questionamentos sociais. Diante disso, a PHC se dividiu em cinco passos que partem da prática social do educando, perpassando pelo conhecimento científico (teoria) e retornando novamente à prática social, esse último como um compromisso social dos sujeitos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem. São eles: a Prática Social Inicial, Problematização, Instrumentalização, Catarse e Prática Social Final (GASPARIN, 2015).

Para que seja possível atingir os objetivos propostos pela PHC, é necessário que, segundo Gasparin (2015), anteriormente à aula, o professor deve ter sistematizado e bem definidas as ações que serão feitas, de forma que, durante a aula, ele consiga chegar aos objetivos inicialmente propostos. O planejamento é fundamental nesse momento, pois determinará as ações pedagógicas que serão feitas durante a aula.

Após esse momento inicial e ímpar do docente, iniciam-se os momentos com os estudantes. Esse instante é denominado de Prática Social Inicial (primeiro passo), que tem seu início marcado pelo anúncio dos conteúdos que serão estudados, juntamente do objetivo geral a ser alcançado. Nesse ponto, são especificados todos os tópicos a serem estudados em uma determinada unidade temática. Após esse momento introdutório, começa o diálogo entre o professor e os alunos, a fim de que os estudantes externalizem seus conhecimentos acerca dos conteúdos listados. É importante, segundo Gasparin (2015), que o docente nesse instante não debata as contribuições dos alunos, apenas as anote. Essas informações vindas dos estudantes serão especialmente utilizadas no momento da instrumentalização (terceiro passo). Portanto, destaca-se que os conhecimentos prévios dos estudantes não devem ser somente considerados como algo isolado, que será somente escrito nesse momento e não retomados em um momento posterior.

Em seguida, novamente o educando entra em cena, na Problematização (segundo passo). Esse momento é marcado principalmente pelos questionamentos do professor acerca das vivências do educando. Segundo Gasparin (2015), o professor não deve responder às perguntas propostas nesse momento, pois é aqui que o aluno externaliza tudo o que ele sabe sobre as situações que lhe são apresentadas e há um momento específico para isso, como já mencionado. Nesse momento de diálogo, os estudantes fornecem informações ricas sobre o que sabem, possibilitando ao professor prever formas de abordar o conteúdo que os auxiliem a chegar ao conhecimento e aos objetivos propostos. Ressalta-se que a Problematização não deve ser esquecida, pois de nada adiantariam esses questionamentos se não forem utilizados em um momento posterior, ou seja, na Instrumentalização. A função desses dois primeiros passos é coletar informações do cotidiano do estudante e de como ele explica determinadas

situações. Também servirá para, em um momento posterior, retomar as afirmações dos estudantes e confrontá-las com o conhecimento científico. E, também, trazer algumas situações que, por vezes, passam despercebidas pelos estudantes, para as quais poderiam ser propostas soluções.

Ao fim desse momento de verificação dos conhecimentos dos alunos serão definidas as estratégias didático-metodológicas a serem usadas na Instrumentalização. Segundo Gasparin (2015), o conteúdo escolar é o essencial no processo de construção do conhecimento, pois é nesse passo que o conteúdo começa a aparecer de forma sistematizada e associado ao que o aluno vive em seu cotidiano.

Após a sistematização dos conceitos, por meio da metodologia escolhida pelo professor, a qual ele acredita ser adequada para aquele determinado momento, inicia-se a Catarse (quarto passo). Nesse momento, os conteúdos e a prática social dos sujeitos começam a caminhar juntos, pois o aluno passa a perceber, relacionar e explicar cientificamente um determinado fenômeno. Também, é nesse momento que se inicia o fechamento do conteúdo que foi estudado, pois será nesse passo que ele irá externalizar o que aprendeu durante todo o processo de ensino, por meio de textos, diálogo, atividades, dentre outros. Destaca-se que a avaliação da aprendizagem do aluno não é verificada somente nesse momento, mas sim em todos os passos realizados por ele realizados.

Para finalizar, na Prática Social Final (quinto passo), o aluno deve comprometer-se a alterar algum hábito social baseado no conteúdo aprendido. Esse momento é projetado para que o aluno perceba novamente que há uma ligação do conteúdo com o que ele vive diariamente e que por meio desse conhecimento é possível transformar sua realidade social. É a determinação do seu compromisso diante da sociedade, sendo assim, inclusive, cumprindo com um dos propósitos previstos nos PCNS +: Formar um cidadão atuante na realidade na qual ele se encontra (BRASIL, 2002).

## **2.2 O Ensino de Física e de Eletrodinâmica no Ensino Médio**

Durante muitos anos na educação, tem-se buscado a melhor forma de o professor auxiliar seus alunos a chegarem ao conhecimento. Por muito tempo, acreditou-se que a melhor forma como o aluno aprendia era por meio da escuta ao docente e pela repetição de inúmeros exercícios semelhantes entre si. Nesse modelo educacional, o aluno assumia o papel passivo no processo de ensino-aprendizagem enquanto o professor assumia o papel central e ativo. Essa forma de educação ainda é muito comum nos dias de hoje, segundo Barreto

(2019), “as aulas são expositivas centradas no professor, que apresenta os conteúdos de forma expositiva, o que provoca geralmente pouca participação e interação entre os estudantes” (p. 1). Verifica-se que esse modelo não traz muitas contribuições, a nível cognitivo, aos alunos, pois eles não interagem entre si, nem com o professor ou com o objeto de estudo. Ainda de acordo com Barreto (2019), após a aula é esperado que o aluno faça exercícios relacionados aos temas estudados em aula, o que raramente acontece. Isso se dá devido à desmotivação de querer aprender sobre determinados assuntos, por serem trabalhados fora do contexto do estudante e de forma puramente expositiva.

Uma das áreas do conhecimento em que é muito comum acontecer isso é Ciências da Natureza, em que, segundo Teixeira (2003) apud Souza Junior (2014), “é notável que o perfil de trabalho de sala de aula nessas disciplinas está rigorosamente marcado pelo conteudismo, excessiva exigência de memorização de algoritmos e terminologias, e ainda, de descontextualização” (p. 13). Observa-se que é contraditória essa posição tomada por docentes dessa área, pois é a área que mais tem associações a situações que acontecem no cotidiano. Mas é evidente que existem outros fatores além de os mencionados aqui, como questões políticas, econômicas, sociais, ementa curricular, índices das escolas, entre outros. Essas dificuldades acabam dificultando o trabalho docente, fazendo com que o professor muitas vezes se comporte de forma tradicional e torne o conteúdo pouco atrativo aos jovens. Segundo Barreto (2019), isso faz com que a escola não se “adapte às exigências da realidade tecnológica presente no mundo cada vez mais globalizado” (p. 7). Em outras palavras, a sociedade está se desenvolvendo cada vez mais rápido, e a instituição não está mais cumprindo o seu papel social de preparar os sujeitos para um futuro tecnológico e para a atuação direta na sociedade em que estão inseridos.

Todas essas realidades mencionadas têm reflexos diretos no componente curricular de Física, dando-lhe rótulos de disciplina de difícil compreensão, que faz uso excessivo de artifícios matemáticos e é descontextualizada (VISCOVINI, 2015; BARROS, 2015). Porém, de acordo com Aikenhead (2005 apud SOUZA JUNIOR, 2014), ela tem muitos “[...] objetivos que estão relacionados a levar os estudantes a se relacionar melhor com o mundo que os cerca” (p. 15). De nada adianta o sujeito adquirir uma série de conhecimentos na escola sem saber a utilidade do que ele conhece. Para isso, é necessário que novas políticas educacionais sejam desenvolvidas, permitindo ao docente sair do tradicional: giz, lousa e livros. Um dos fatores que devem ser levados em conta e que hoje muitas nações estão fazendo é pensar o tipo de sociedade que se quer (MACÊDO et al, 2014 apud RAMINELLI,

2016, p. 2), para então ter um direcionamento de políticas que contemplem os mais diversos segmentos sociais.

Um dos conteúdos da disciplina de Física que carece desse tipo de olhar é a Eletrodinâmica, que geralmente é trabalhada sem conexões com o cotidiano. Ora, se a Eletrodinâmica é algo que está diretamente ligado ao cotidiano dos alunos, por que não o trabalhar com base em suas vivências? São poucas as realidades em que o acesso à energia elétrica é precário. Segundo dados do G1, quase 90% da população mundial tem acesso a ela (EFE, 2019). Em outras palavras, é possível concluir que uma boa parcela da população tem acesso à energia elétrica e, conseqüentemente, a alguns dos utensílios que fazem uso dela. Logo, os estudantes têm uma ideia do funcionamento de alguns equipamentos, conhecem alguns conceitos científicos como intensidade da corrente elétrica, diferença de potencial, resistência, entre outros, o que resta somente é fazer o processo de sistematização. Essa proposta está contida nos PCNS+,

O estudo da eletricidade deverá centrar-se em conceitos e modelos da Eletrodinâmica e do eletromagnetismo, possibilitando, por exemplo, compreender por que aparelhos que servem para aquecer consomem mais energia do que aqueles utilizados para comunicação, dimensionar e executar pequenos projetos residenciais, ou ainda, distinguir um gerador de um motor. Será também indispensável compreender de onde vem a energia elétrica que utilizamos e como ela se propaga no espaço (BRASIL, 2002, p. 24).

Por esse motivo, Trentin, Rosa e Silva (2018) sugerem que “o professor de Física ou Matemática necessita trabalhar o processo ensino-aprendizagem de tal forma que faça o aluno aproximar seu mundo virtual do cotidiano dele, mundo real, pois, assim, irá incentivá-los e eles ficarão motivados a aprenderem” (p. 96) para, assim, ser possível que o ensino de Física não seja expositivo, desatualizado e, por exemplo, com forte abordagem matemática. Isso é verificado em diversos relatos, como de Costa e Barros (2007) e Moreira (2017), que caracterizam o ensino de Física atual como sendo de tal forma. Isso não significa que se devem abolir por completo os cálculos da Física, pois com eles há o desenvolvimento da lógica, dentre outros.

### **2.3 Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) na Educação**

Atualmente, as TICs estão presentes em grande parte das atividades cotidianas que o ser humano desenvolve. Seu domínio vai desde a comunicação entre os pares até as atividades mais complexas, como a construção de novos artefatos tecnológicos. Por se fazer presente na

vida cotidiana das pessoas, provocou uma alteração nas relações sociais, por exemplo, que acontecem, em grande maioria, por dispositivos móveis. E por ter essa facilidade na palma da mão, outros segmentos sociais aderem a essas tecnologias, a fim de estarem mais próximos das pessoas. As atividades econômicas, por exemplo, nos dias de hoje têm uma forte dependência das TICs, pois, como dito, fornecem muitas facilidades.

Evidentemente que a área da educação, por ser um segmento social responsável por fornecer subsídios para o desenvolvimento cognitivo da população, não pode se abster em trazer essas questões para o seu espaço. A intenção, direta ou indireta, da instituição escola é de tornar os sujeitos cada vez mais informados sobre a sociedade e suas transformações, não de os tornar alienados sobre os acontecimentos exteriores a escola. A importância desses dados exteriores à escola deve-se, principalmente, à construção do conhecimento e ao desenvolvimento das tecnologias ao longo dos anos terem partido de situações cotidianas. Hoje, segundo Passero, Engster e Dazzi (2016), com o aumento do acesso ao computador e à internet, o acesso à informação ficou mais facilitado, fazendo com que aquela dependência que se tinha, até alguns anos atrás, de o professor fornecer as informações esteja sendo minimizada com o passar dos anos. O lado positivo de tudo isso, de acordo com Almeida, Conceição e Schneider (2009, p. 98), é que “[...] à medida que a informatização avança, novas habilidades surgem e abrem possibilidades de novas relações entre homens e máquina”. Porém, Santaella (2010 apud PASSERO; ENGSTER; DAZZI, 2016), destaca que somente ter a informação disponível não é suficiente para gerar aprendizagem, pois ela envolve um processo mais complexo que isso. Almeida, Conceição e Schneider (2009) complementam afirmando que a mera interação com a mídia não gera aprendizagem, mas as estratégias cognitivas desenvolvidas pelos sujeitos ao utilizar a mídia, sim. Além disso, Passero, Engster e Dazzi (2016) destacam que, por mais que os estudantes tenham essa gama de informações a seu redor, a presença de um professor é indispensável. Segundo Almeida, Conceição e Schneider (2009, p. 97), com o avanço do acesso à informação, os professores “[...] podem auxiliar os seus alunos a aprender a selecionar melhor as suas alternativas e recursos de acesso à informação”.

Entretanto, para que as TICs sejam inseridas no ambiente escolar é necessário, segundo Passero, Engster e Dazzi (2016), que o profissional da educação tenha um novo perfil, que seja mais flexível e maduro. Um professor que não tenha apenas o domínio das ferramentas tecnológicas, mas que “[...] seja capaz de transformar, modificar e inovar o processo de ensino-aprendizagem” (GONÇALVES; PEREIRA, p. 1). E, ainda segundo os autores, desenvolver uma prática didático-pedagógica que permita não somente lidar com a

realidade na qual está imerso, como também a reconstruir. E, ainda, segundo Almeida, Conceição e Schneider (2009, p. 92),

Este professor vai precisar de capacidade de análise crítica da sociedade e de competências técnicas que o ajudem a compreender e organizar a lógica construída pelo aluno mediante sua vivência no meio social, ou seja, vai precisar de trazer essas tecnologias para a escola para desmistificá-las e quebrar a relação passiva que muitas vezes existe com relação a elas.

Para que todo esse movimento aconteça, é necessário pensar em uma escola formadora de cidadãos capazes de lidar com o avanço tecnológico (SAMPAIO; LEITE, 2001), participando dele e de suas consequências, influenciando e contribuindo na construção do mundo que desejarem fazer parte. A tecnologia tem como finalidade facilitar o trabalho e dar comodidade ao ser humano, logo, com as TICs, é possível fornecer momentos em que o estudante identifique os problemas em sua realidade e proponha soluções. Ressalta-se que, para que seja possível fazer isso, ele necessita de uma bagagem sólida de conhecimentos que o auxiliem na sua construção ou, até mesmo, que a situação proporcione a ele buscar informações, sabendo onde procurá-las e transformá-las em conhecimentos. Segundo Paiva, Morais e Paiva (2010),

As TICs na educação encerram em si a possibilidade de confiar aos alunos a responsabilidade das suas aprendizagens, representando assim uma inovação nos sistemas pedagógicos pela mudança no papel da escola de fornecedora dos conhecimentos para desenvolvidora de atividades de modo que os jovens se tornem capazes, criativos, competitivos e inovadores (p. 6).

Além desses benefícios, Almeida, Conceição e Schneider (2009) aponta que o ambiente computacional interativo proporciona aos estudantes uma facilidade na assimilação de conteúdos e possibilita que os estudantes coloquem seus conhecimentos em jogo a qualquer momento. Complementando essa ideia, Ponte (2000) reforça que, se usadas adequadamente, as TICs geram resultados positivos.

Dessa forma, verificam-se potencialidades no uso das TICs também na Física, notadamente por ser algo que faz parte do cotidiano, e os estudantes necessitam de explicações sobre seu funcionamento e de quais conceitos físicos estão envolvidos. Além disso, o uso proporciona ao estudante colocar o conhecimento em prática verificando o seu real objetivo de aprendizagem e percebendo que os conceitos vêm como uma forma de auxiliar na compreensão de fenômenos que são periódicos ou que possuem o mesmo comportamento. Se usado adequadamente, como sinalizado em momentos anteriores, pode

proporcionar ao estudante o desenvolvimento de habilidades e competências que o possibilitem ser um cidadão pensante, questionador e participativo na realidade em que está inserido.

## **2.4 Internet das Coisas e Cidades Inteligentes**

A tecnologia está cada vez mais presente no dia a dia das pessoas. Ela tem auxiliado em diversas tarefas cotidianas, facilitando sua execução. Tem-se, por exemplo, os *Smartphones*, cujo desenvolvimento em prol das pessoas tem sido muito significativo em um curto intervalo de tempo. Os primeiros telefones tinham como principal função a comunicação a distância entre as pessoas, em um primeiro momento com fios e em um segundo momento sem. Aos poucos, verificando as necessidades da população, eles foram se desenvolvendo, as telas saindo do preto e branco para o colorido, aparecendo opção para fotografar as coisas que ocorrem ao redor, dentre tantas outras possibilidades. Aparecendo, em seguida, o acesso à Internet, os aplicativos de comunicação e uma série de artifícios que facilitam a comunicação a distância e a vida cotidiana.

Toda essa evolução provocada nas telecomunicações gerou benefícios para as pessoas, sendo um deles a Internet das Coisas (Internet of Things - IoT). De acordo com Santos et al. (2016, p. 2), “a Internet das Coisas, em poucas palavras, nada mais é que uma extensão da Internet atual, que proporciona aos objetos do dia a dia (quaisquer que sejam), mas com capacidade computacional e de comunicação, se conectarem com e através da Internet”. Hoje, tem-se resquícios de uma evolução certa, sendo que alguns dispositivos interligados estão conectados à Internet, como TVs, videogames, dentre outros. Atualmente, esses dispositivos têm como principal função a transmissão de dados, em função de a nossa rede não estar preparada para suportar essa tecnologia, porém, em uma perspectiva futura, eles não serão apenas dispositivos isolados um do outro, mas interligados entre si. Tendo isso em vista, segundo Santos et al. (2016, p. 5), “a IoT pode ser vista como a combinação de diversas tecnologias, as quais são complementares no sentido de viabilizar a integração dos objetos no ambiente físico ao mundo virtual”. Em outras palavras,

As coisas/objetos tornam-se capazes de interagir e de comunicar entre si e com o meio ambiente por meio do intercâmbio de dados. As coisas reagem de forma autônoma aos eventos do “mundo real/físico” e podem influenciá-los por processos sem intervenção humana direta (LEMOS, 2012 apud LIMA 2015, p. 3).

A IoT tem uma série de aplicações como o uso de sensores inteligentes para monitorar uma casa ou os batimentos cardíacos das pessoas que estão em um hospital de uma cidade, dentre outras tantas possibilidades. Projeta-se que a abrangência da IoT será astronômica e, por meio dela, poderemos ter acesso a praticamente tudo ao nosso redor. Por isso, Singer (2012) afirma que “a ideia de uma rede mundial de objetos conectados que trocam informação entre si é bastante ampla e faz com que muitas tecnologias e aplicações diferentes atendam pelo nome de Internet das Coisas” (p. 2). A proposta é que todas as “coisas” estejam interligadas entre si, visando a um propósito específico e maior.

Em uma visão futura, Economides (2017) apud Rodrigues e Fortes (2019) afirma que a popularização da IoT terá um impacto direto em todos os setores da economia e no cotidiano das pessoas, de forma que os principais domínios de aplicativos da IoT terão influência direta nas casas, transportes, indústrias, logística e Cidades Inteligentes.

Uma das aplicações da IoT, mencionada anteriormente, são as Cidades Inteligentes, que, segundo Farias et al. (2011, p. 28), “são espaços urbanos ambientalmente balanceados, onde as pessoas possam trabalhar e ter suas necessidades e desejos razoavelmente satisfeitos no tocante aos serviços oferecidos pela infraestrutura urbana”. Ou seja, são cidades que são conectadas à rede, que fazem usos de sensores e outros tantos dispositivos eletrônicos, visando ao bem-estar da população e à sua participação ativa nos processos que envolvem decisões acerca da cidade. Tais anseios das governanças justificam-se, segundo Weiss, Bernardes e Consoni (2015), pela crescente urbanização a nível mundial. Tem aumentado significativamente o número de pessoas nas cidades, sendo que, em 2050, a estimativa é que 65% da população mundial habite as cidades (ONU, 2012). Com isso, as cidades devem estar planejadas para a melhor comodidade e acessibilidade às pessoas, proporcionando o aumento da economia local de forma sustentável.

Por esses e outros motivos são utilizadas as Tecnologias de Informação e da Comunicação (TICs) como uma forma de agilizar e facilitar a comunicação com a governança e melhorar o fluxo de pessoas e automóveis, dentre outras coisas. Sendo assim, pode-se afirmar que as TICs

[...] assumem papel de grande importância, na medida em que podem fornecer os meios para o monitoramento e o gerenciamento dos serviços e recursos das infraestruturas urbanas, além das possibilidades de encurtar as distâncias entre o poder público e os cidadãos, por meio de serviços eletrônicos pela internet (MEIER; ULFERTS; WOWARD, 2011 apud WEISS; BERNARDES; CONSONI, 2017, p. 4).

Com o advento das Cidades Inteligentes, acredita-se que será facilitado o controle de demandas advindas da sociedade, assim como a ampliação da participação da sociedade de um modo geral em soluções para as cidades e em políticas de governo. Tudo isso estará de fácil acesso à população, de forma que serão desenvolvidas plataformas de governo que visem a todas as facilidades mencionadas. Outro problema que se acredita ser solucionado pelas Cidades Inteligentes é a produção de alimentos para a população, que tende a crescer. Em função das Cidades Inteligentes serem sustentáveis, a proposta é que se produza mais para a mesma área de produção atual. Então, pode-se observar que as dimensões das Cidades Inteligentes são extensas, de modo que exigirá dos governos um bom controle e fluxo de dados para suprir as demandas gerais e principalmente a crescente urbanização.

## **2.5 Abordagem STEM**

A abordagem STEM é uma proposta pedagógica que visa preparar os sujeitos para os desafios, ainda desconhecidos, que farão parte de seu cotidiano. Esses desafios estarão presentes nos mais diversos segmentos da sociedade e exigirão uma preparação para a tomada de decisões. Para Pugliese (2017), essa metodologia é voltada exclusivamente para as áreas das ciências e tecnologia, sendo ela “uma proposta inovadora para o ensino de ciências” (p. 39). Ainda, segundo o autor, trata-se de uma superação do modelo tradicional de educação que substitui as metodologias tradicionais por aprendizagem baseada em projetos. Essa articulação vem com o objetivo de despertar o interesse dos jovens para as carreiras associadas a ciências por meio de um currículo multidisciplinar, que integra quatro áreas (PUGLIESE, 2017), sendo elas: Ciência (Science), Tecnologia (Technology), Engenharia (Engineering) e Matemática (Mathematics). Tudo isso, Segundo Pugliese (2017), para suprir demandas (conhecimento e habilidades) fundamentais do século XXI. Ainda, segundo o autor, o “STEM *education* se apresenta como uma proposta inovadora no ensino de ciências. Há uma ideia de rompimento com o ensino tradicional passivo de ciências, no qual o aluno pouco interage com o objeto de estudo e não vê conexões com o mundo empírico” (2020, p. 210).

Para conseguir atingir os objetivos propostos, é necessário que, em sua formação, os estudantes sejam ativos na construção de seu conhecimento. Para isso se torna indispensável “[...] proporcionar aos alunos estratégias cognitivas que lhes permitam pensar criticamente, tomar decisões e resolver problemas complexos” (GONZALEZ; KUENZI, 2012 apud MELO et al., 2018, p. 2). Isso só é possível quando os sujeitos se deparam com problemas reais

associados as suas vivências, pois problemas fora do contexto do estudante geralmente não o motivam a querer resolvê-lo. Por ser algo diretamente ligado à realidade, é praticamente impossível trabalhar somente com uma área do conhecimento, sendo assim necessário, segundo Machado e Giroto Júnior (2019), integrar os conhecimentos de ciências, tecnologia, engenharia e matemática. Tal justificativa está fundamentada no mundo vivencial que não é fragmentado em disciplinas, e sim interdisciplinar. Ainda segundo os autores, a proposta interdisciplinar tem se mostrado eficiente em comparação ao método disciplinar, por proporcionar ao educando uma visão ampla diante das questões cotidianas. Outra vantagem da metodologia, sinalizada por Lins et. al (2019), “promove aos estudantes um estudo mais amplo e dinâmico, pois os mesmos devem utilizar a criatividade, concepções matemáticas e construir objetos usando técnicas inovadoras que facilitarão o processo de ensino-aprendizagem” (p. 4).

Sendo assim, Shaughnessy (2013 apud ENGLISH, 2017, p. 5), afirma que o “*STEM education* refere-se à solução de problemas que tomam partido de conceitos e procedimentos de matemática e ciências, incorporando trabalho em grupo, metodologias e design de engenharia, com apropriação da tecnologia” (apud MACHADO; GIROTO JÚNIOR, p. 50). Ou seja, essa metodologia, além de proporcionar uma visão ampliada e interdisciplinar acerca dos problemas, também possibilita ao estudante saber trabalhar em grupo, de forma que consiga, por si só, respeitar as opiniões dos demais estudantes. Assim como permite a ele propor soluções e confrontar ideias, tendo como principal arcabouço teórico o saber científico, pois, à medida em que começa a sentir-se parte do problema e se sente motivado por querer resolvê-lo, o aluno, por si só, verifica a necessidade de conhecimentos científicos, indo em busca dos conceitos necessários que respondam a suas perguntas ou que solucionem problemas.

## **2.6 Estudos Relacionados**

Nesta seção são apresentados dados relativos à pesquisa, realizada no banco de dissertações e teses da CAPES, sobre o ensino de Eletrodinâmica. O objetivo dessa investigação foi primeiro analisar os problemas identificados pelos pesquisadores associados ao ensino de Eletrodinâmica e a seguir identificar as metodologias aplicadas pelos pesquisadores.

Para isso, inicialmente foi realizada uma busca usando o tópico “Eletrodinâmica”, sendo encontrados um total de 382 resultados. Para limitar o campo de pesquisa foi aplicado o

filtro área de avaliação “Ensino”, o que resultou em 15 trabalhos (todos de Mestrado). Destes, foram selecionados 10 trabalhos, que eram direcionados à Educação Básica regular. No Quadro 1 é possível identificar mais detalhes dos trabalhos encontrados.

Quadro 1 - Trabalhos: Ensino de Eletrodinâmica

	<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Tipo de trabalho</b>	<b>Instituição de ensino superior</b>	<b>Ano</b>
01	Uma proposta de ensino de Eletrodinâmica: Associando recursos tecnológicos do Phet à discussão significativa de conceitos do GREF	Wagner Pereira Barbosa	Dissertação	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais	2019
02	O ensino por investigação em laboratório aberto como proposta didática no ensino de Eletrodinâmica.	Alexandre Abraão Muriana da Silva	Dissertação	Universidade Estadual do Oeste do Paraná	2017
03	Desenvolvimento do conhecimento físico com a aprendizagem baseada em problemas: Análise das interações discentes	Vando Kleber Santos Soares	Dissertação	Universidade Federal de Sergipe	2017
04	O uso da plataforma microcontrolada Arduino no ensino de Eletrodinâmica	Marcelo Rodrigues Martins	Dissertação	Fundação Universidade Federal do Pampa	2016
05	Eletrodinâmica no Ensino Médio: uma sequência didática apoiada nas tecnologias e na experimentação	Marcelo da Silva	Dissertação	Universidade de Passo Fundo	2016
06	Laboratório didático investigativo: o ensino de Física com uso do Arduino	Artur Luciano Filho	Dissertação	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo	2016
07	Utilização do diagrama V em atividades experimentais de Física em sala de aula de Ensino Médio	Ramon Teodoro do Prado	Dissertação	Universidade Federal do Espírito Santo	2015
08	Esquemas conceituais como recurso de ensino, aprendizagem e avaliação na Eletrodinâmica em nível Médio	Angela Denise Eich Müller	Dissertação	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	2014
09	O ensino de Eletrodinâmica em uma perspectiva investigativa: analisando os desdobramentos sobre a aprendizagem de estudantes	Domingos Rodrigues Souza Junior	Dissertação	Universidade Federal do Espírito Santo	2014
10	A resolução de problemas como estratégia para o ensino de Eletrodinâmica	Anderson Kock	Dissertação	Fundação Universidade Regional de Blumenau	2013

Fonte: O autor, 2020.

Após a identificação e a seleção dos trabalhos com a pesquisa, começou-se o aprofundamento e alguns detalhamentos sobre eles. O Quadro 2 relaciona os trabalhos do quadro anterior com outras informações, tais como: ano de ensino, metodologia de ensino e/ou recursos educacionais.

Quadro 2 - Metodologia e ano de ensino de cada pesquisa

	<b>Título</b>	<b>Ano de ensino</b>	<b>Metodologia e/ou ferramentas utilizadas</b>
01	Uma proposta de ensino de Eletrodinâmica: Associando recursos tecnológicos do Phet à discussão significativa de conceitos do GREF	3º Ano do Ensino Médio	Simulação Kit para a construção de circuitos da plataforma Phet
02	O ensino por investigação em laboratório aberto como proposta didática no ensino de Eletrodinâmica	Ensino Médio	Ensino por investigação em laboratório aberto/ simulador computacional e fichas com perguntas
03	Desenvolvimento do conhecimento físico com a aprendizagem baseada em problemas: Análise das interações discentes	3º Ano do Ensino Médio	Aprendizagem baseada em problemas
04	O uso da plataforma microcontrolada Arduino no ensino de Eletrodinâmica	3º Ano do Ensino Médio	Aprendizagem por descoberta/ Arduino, componentes eletrônicos e Excel
05	Eletrodinâmica no Ensino Médio: uma sequência didática apoiada nas tecnologias e na experimentação	3º Ano do Ensino Médio	Vídeos, simuladores, atividades experimentais, dentre outros
06	Utilização do diagrama V em atividades experimentais de Física em sala de aula de Ensino Médio	3º Ano do Ensino Médio	Atividades experimentais
07	Laboratório didático investigativo: o ensino de Física com uso do Arduino	3º Ano do Ensino Médio	Laboratório didático investigativo/Arduino
08	Esquemas conceituais como recurso de ensino, aprendizagem e avaliação na Eletrodinâmica em nível Médio	3º Ano do Ensino Médio	Mapas conceituais
09	O ensino de Eletrodinâmica em uma perspectiva investigativa: analisando os desdobramentos sobre a aprendizagem de estudantes	3º Ano do Ensino Médio	Ensino por investigação
10	A resolução de problemas como estratégia para o ensino de Eletrodinâmica	3º Ano do Ensino Médio	Resolução de problemas

Fonte: O autor, 2020.

No trabalho de Barbosa (2019), é sinalizado inicialmente que os estudantes vivem em uma era digital. O pesquisador acredita que trazer as tecnologias para o ambiente escolar facilita a aprendizagem de conceitos de Eletrodinâmica. Tendo em vista isso, a pesquisa teve como objetivo trabalhar “a formação dos alunos visando sempre à utilização de computadores, adotando, portanto, metodologias de ensino que promovam uma interação entre os diferentes recursos tecnológicos disponíveis” (p. 16). Para atingir esse objetivo, foram utilizadas simulações em laboratórios virtuais e realizados debates em grupos, visando a um estudante mais ativo na construção do seu conhecimento. De acordo com a pesquisa, as atividades desenvolvidas foram prazerosas para os estudantes, e relacionar o cotidiano com o conhecimento de Física, em específico o de Eletrodinâmica, gera uma aprendizagem mais significativa aos estudantes.

A pesquisa de Silva (2017) tem como principal objetivo “verificar as contribuições de uma proposta didática baseada no ensino por investigação para a evolução conceitual sobre

eletricidade em alunos do Ensino Médio” (p. 9). A investigação partiu de uma percepção do pesquisador e de pesquisas na literatura que indicavam que o conteúdo que mais apresentava dificuldade, em Física, era o de Eletrodinâmica. Também é sinalizado que a eletricidade está presente no cotidiano dos estudantes, porém o seu estudo é carregado por concepções alternativas. A fim de fugir de métodos tradicionais de ensino, o pesquisador recorre ao ensino por investigação em laboratório aberto, no qual faz uso de fichas com perguntas, simuladores e materiais para experimentos (como lâmpadas e fontes de alimentação). As fichas foram utilizadas na pesquisa como uma espécie de testes a serem desenvolvidos pelos estudantes em formas de perguntas, com as quais eles deveriam dialogar e experimentar as situações propostas com o material físico e digital (simulador). De acordo com a pesquisa, a proposta desenvolvida foi motivadora aos estudantes, pois eles resolviam as atividades com entusiasmo, devido às situações serem de seu interesse. Nessa proposta, o professor atuou como mediador do conhecimento e forneceu subsídios aos seus estudantes para serem protagonistas na busca por seus conhecimentos.

Na pesquisa de Soares (2017), é identificado pelo autor que o ensino por transmissão de conhecimento é cansativo e desmotivador, tanto para os estudantes quanto para o professor. Nesse tipo de sistema de ensino, não há uma relação entre o que o estudante vive em seu cotidiano e o que ele estuda conceitualmente. De acordo com o pesquisador, uma das formas de quebrar com esse paradigma e de proporcionar um ensino com mais significado aos estudantes é por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas. Diante disso, o objetivo de pesquisa sinalizado pelo autor foi “Analisar as interações sociais promovidas pela metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) na perspectiva do processo de desenvolvimento dos conceitos científicos de um conteúdo de Física trabalhado” (p. 14). Nessa pesquisa, foram direcionados aos estudantes alguns problemas associados ao cotidiano; divididos em pequenos grupos, eles deveriam identificar, discutir e investigar a possível origem do problema e a sua solução. Como resultado dessa pesquisa foi apontado pelo pesquisador que grupos limitados de estudantes favorecem um trabalho e conseqüentemente uma aprendizagem mais motivadora e que situações do cotidiano acabam por motivar e promover debates entre os estudantes. Nessa proposta de intervenção pedagógica, assim como na anterior, o professor atuou como mediador do processo de ensino e aprendizagem.

No relato de Martins (2016), o autor sinaliza que os circuitos elétricos, parte integrante da Eletrodinâmica, se resumem a formalismos matemáticos. Segundo o pesquisador, o conteúdo é trabalhado sem antes o estudante ter tido contato físico com um resistor, por exemplo. Ainda ele afirma que as aulas de Física geralmente se limitam à exposição dos

conteúdos e a alguns “enxertos” de experimentos. A fim de minimizar os problemas mencionados anteriormente, a pesquisa de Martins (2016) teve como objetivo “Conceber, implementar e avaliar uma Sequência Didática sobre o ensino de Eletrodinâmica fazendo uso de Tecnologias de *Hardware* e *Softwares*, amparado nas teorias de Ausubel e Vygotsky” (p. 20). Para atingir esse objetivo, foram desenvolvidas algumas atividades de pesquisa de componentes eletrônicos, testes com o Arduino e multímetro. As atividades desenvolvidas durante a pesquisa foram práticas, dialogadas e em grupos de estudantes. Nessa proposta, assim como nas anteriores, os estudantes assumem um papel ativo no processo de ensino e aprendizagem. Como resultado da pesquisa, o autor concluiu que a proposta proporcionou aos estudantes serem protagonistas na construção de seus conhecimentos e conseguirem ter uma segurança maior na construção de circuitos elétricos e compreender as ligações dos componentes eletrônicos.

Na pesquisa de Silva (2016), também é sinalizado pelo autor o distanciamento que existe entre os conteúdos ministrados e as vivências dos estudantes. Não no sentido de que os conteúdos não possuem nenhuma aplicação prática, mas no sentido de que a forma como são trabalhados dá a impressão de que eles são isolados das situações que envolvem a Eletrodinâmica vividas diariamente. Para conseguir suprir essas lacunas, foi realizada uma pesquisa, cujo objetivo era “desenvolver uma sequência didática que utilize diferentes recursos estratégicos para o estudo de circuitos elétricos, averiguando sua pertinência em termos de despertar nos estudantes o interesse e a motivação para aprender Física” (p. 12). Dessa forma, o conjunto de encontros investigados perpassava pelo resgate do que o estudante já conhecia e o uso de diversas metodologias (atividades experimentais, simuladores, material tecnológico, dentre outros) com ações voltadas ao cotidiano. Como resultado, o pesquisador observou que o uso de situações cotidianas para o ensino de Eletrodinâmica somado às diversas metodologias proporcionaram uma integração entre os estudantes e uma motivação para a realização das tarefas. Nessa pesquisa, assim como nas anteriores, é possível observar o papel ativo do estudante e o professor como mediador dos conhecimentos.

Em Luciano filho (2016), é sinalizado que o ensino de Física, de uma forma geral, tem se tornado um desafio para a grande maioria dos docentes da disciplina. A fim de apontar algumas propostas, o pesquisador propõe em seu trabalho algumas atividades que permitem aos estudantes interagirem com o objeto de estudo e que tragam a tecnologia para dentro da sala de aula. Nessa investigação, ele usa como principal recurso o Laboratório Didático Investigativo. Sua pesquisa tem como principal objetivo “verificar e comparar se esta metodologia arroga para si vantagens em relação ao ensino tradicional de Física em uma sala

de Ensino Médio regular, durante o período regular das aulas, permitindo a participação de todos os alunos sem distinção” (p. 52). Para atingir essa meta, foram desenvolvidas atividades de pesquisa com interação direta com o aparato experimental desenvolvido. Com esse conjunto de atividades, foi verificado que, como os estudantes são nativos digitais, eles se tornaram menos apáticos em relação ao conteúdo e mais autônomos em relação à busca por seus conhecimentos. Vale ressaltar que, nessa pesquisa, além dos conceitos de Eletrodinâmica, foram englobados o Eletromagnetismo, o Movimento Uniforme e o Movimento Uniformemente variado.

Na pesquisa de Prado (2015), verifica-se na prática didática do investigador que, quando são direcionados experimentos para os estudantes fazerem sozinhos, eles ficam um pouco perdidos. Para tentar minimizar esse problema, Prado (2015) propôs uma intervenção didática que visava a “Analisar o uso do Diagrama V como instrumento de orientação, coleta de dados e avaliação em atividades experimentais realizadas em sala de aula na disciplina de Física para estudantes de Ensino Médio visando promover o entendimento da articulação entre teoria e prática.” (p. 37). Para atingir esse objetivo, foram propostas atividades experimentais sobre a Eletrodinâmica e o Eletromagnetismo, tendo como orientação aos estudantes o diagrama V de Govin. Segundo o autor, a metodologia usada forneceu subsídios para os estudantes adquirirem a independência na realização das atividades experimentais e possibilitou a eles fazerem relações entre a atividade desenvolvida e o conhecimento científico. Também foi verificado pelo pesquisador que o diagrama fornece uma possível direção de como os estudantes poderão realizar o experimento.

Em Müller (2015), é sinalizado que o sistema educacional enfrenta algumas dificuldades para atender às demandas dos estudantes. Esses que requerem atividades mais interessantes e que prendam a sua atenção e cabe ao docente encontrar novas alternativas para ensinar e avaliar. A fim de atender a essas demandas, a pesquisa teve como objetivo “utilizar esquemas conceituais, os quais têm como base os mapas conceituais, como instrumento de ensino, aprendizagem e avaliação na Eletrodinâmica” (p. 43). Para isso, foram usados mapas conceituais sobre Eletrodinâmica e produção de esquemas conceituais de forma coletiva. Segundo o pesquisador, foi possível verificar que, com essas atividades, os estudantes se tornam responsáveis pela sua aprendizagem, e o professor mediador dos conhecimentos. Também foi constatado que atividades desse gênero motivam os estudantes e proporcionam subsídios para uma aprendizagem significativa.

Na pesquisa de Souza Júnior (2014), são colocadas algumas questões quanto ao estudante associado à sua motivação, atuação, determinação e reflexão dos objetivos de

conhecimento e situações vivenciadas no cotidiano, sinalizando que a forma de ensino tradicional não está andando bem, necessitando de adaptações para a realidade do estudante. Por esse motivo, a pesquisa teve como objetivo “investigar as aprendizagens dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais quando se realizam atividades na perspectiva investigativa nas aulas de Física” (p. 7). Para isso, foi desenvolvido um material instrucional para os estudantes, contendo textos sobre os conteúdos. Para os encontros, foi feita leitura de textos, discussão em grupos, uso de simuladores, resolução de atividades individuais e em grupos. No conjunto dessas atividades, foi constatado que os estudantes se tornaram mais ativos na construção do conhecimento. Também foi verificado que a forma como os estudantes buscavam, pesquisavam e questionavam um conhecimento foi alterada.

Em Kock (2013), é verificado que os estudantes têm deficiência de ordem teórica, conceitual e metodológica na aprendizagem de Eletrodinâmica. Diante disso, a pesquisa tinha como objetivo “Verificar a ocorrência de uma aprendizagem significativa por parte dos alunos na resolução de problemas de Eletrodinâmica, com base na estratégia de resolução de problemas proposta por George Polya” (p. 17). Nessa proposta, foi utilizado o diagrama V, como auxílio para a resolução de problemas. Como resultado dessa pesquisa, foi constatado que a interação do estudante com o objeto de estudo auxilia parcialmente na resolução de problemas, sendo que, para se tornar completo, é necessário o complemento teórico a fim de tornar essa estratégia de ensino efetiva.

Sobre as pesquisas analisadas é possível constatar que o método tradicional de ensino não surte mais os mesmos efeitos de alguns anos atrás, sendo necessário inovações dos métodos de ensino. Várias estratégias foram sinalizadas pelos pesquisadores, tais como: diagrama V, mapas conceituais, simuladores e uso de tecnologias para minimizar as dificuldades de aprendizagem dos conceitos de Eletrodinâmica. Também foram descritas possibilidades de organização dos estudantes e dos momentos das aulas, sendo elas individual, em grupo e coletiva. Todas essas estratégias são sinalizadas como efetivas pelos pesquisadores e auxiliam na formação de conceitos. Observa-se que não há um único caminho para “resolver o problema”, mas sim uma multiplicidade de formas, sinalizando que diferentes recursos usados em conjunto podem ser bem mais efetivos. Outro importante fator indicado nas pesquisas é a presença do cotidiano do estudante no estudo do conteúdo, pois faz os conceitos ficarem mais próximos dos alunos e facilita para eles verem sentido no que estudam, motivando-os, portanto, à aprendizagem.

### 3 A PESQUISA

Neste capítulo é descrita a metodologia da pesquisa, os instrumentos de análise de dados e as categorias de análise. Cada um dos tópicos citados constituem uma seção, sendo que, na primeira seção, a pesquisa é classificada quanto aos objetivos e procedimentos técnicos. Na segunda, quanto aos instrumentos que serão utilizados para analisar os dados e, por fim, na última seção, é apresentada a forma como os dados obtidos serão classificados para análise.

#### 3.1 Metodologia da Pesquisa

Diante da pergunta inicial “Como a PHC, STEM e as Cidades Inteligentes contribuem para uma melhor aprendizagem dos conceitos de Eletrodinâmica?”, projeta-se o desenvolvimento de uma pesquisa qualitativa. Segundo Minayo (2001)

[...] a pesquisa qualitativa trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis (apud GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 32).

Esse tipo de pesquisa tem como principal característica a “[...] objetivação do fenômeno; hierarquização das ações de descrever, compreender, explicar, precisão das relações entre o global e o local em determinado fenômeno; observância das diferenças entre o mundo social e o mundo natural” (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 32). Em outras palavras, a investigação limita-se a investigar um grupo seletivo de pessoas, de forma que seja possível caracterizá-las, compreendendo o comportamento dos sujeitos desse grupo. Por isso, este estudo fará uso de métodos que buscam explicar o motivo da ocorrência de algo, criando possibilidades de intervenções naquele meio (GERHARDT; SILVEIRA, 2009, p. 33), “respeitando as crenças e cultura do local”. Ou seja, o pesquisador não pode julgar ou tentar modificar a cultura do local da pesquisa, pois ele estará, de certa forma, manipulando os dados obtidos.

De acordo com Gil (2002), podemos classificar uma pesquisa quando aos seus objetivos e aos procedimentos técnicos. Esta pesquisa, quanto aos seus objetivos, é classificada como descritiva, pois pretende descrever a aplicação de uma sequência didática e verificar as contribuições que ela fornece aos estudantes. Segundo Gil (2002), tem como

objetivo central a descrição das características de um determinado grupo social e as relações entre as variáveis envolvidas. Ainda, segundo o autor, geralmente nesse tipo de investigação é utilizada a observação sistemática dos fenômenos. Quanto aos procedimentos técnicos, esta pesquisa é classificada como pesquisa-ação e pesquisa participante. Ação, em função de que o pesquisador atua diretamente no meio, juntamente aos sujeitos da realidade a ser pesquisada (GIL, 2002). Ambos atuam em conjunto de modo cooperativo ou participativo em busca da solução de um problema. Segundo Thiollent (1985) apud Gil (2002, p. 55), “[...] a pesquisa-ação geralmente supõe uma forma de ação planejada, de caráter social, educacional, técnico ou outro”. E participante, pois tem como principal característica o envolvimento e a identificação do investigador com o meio e o grupo participante (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Sendo assim, a pesquisa se torna relevante por acreditar-se que ela pode trazer contribuições aos docentes dessa disciplina, tanto metodologicamente quanto a nível de compreensão das dimensões do conhecimento e aplicabilidade da Eletrodinâmica. Com isso, ela fornecerá alguns artifícios que contribuem para a formação do cidadão, bem como para a retomada do papel do professor e da escola.

### **3.2 Instrumentos de Análise de Dados**

Para atingir os objetivos propostos, foram usados como instrumentos de coleta de dados: o diário de aula, os materiais produzidos pelos alunos, as aulas gravadas e o relatório gerado pela plataforma Kahoot. Segundo Porlán e Martín (1997) apud Oliveira (2014), o diário de aula é um instrumento que permite ao docente pesquisar e pensar sobre sua prática educativa, sendo ele um registro da prática em sala de aula. Ainda, segundo o autor, ele deve ser feito com periodicidade, pois permite ao professor repensar seu plano de aula e suas interações em sala de aula. Sendo assim, se torna um guia que possibilita ao professor rever o que foi feito até o momento, sendo possível, por meio dele, detectar problemas e explicitar as concepções políticas e ideológicas do docente (PORLÁN; MARTÍN, 1997 apud OLIVEIRA, 2014). De acordo com Zabalza (2004), os diários contribuem para melhoria da prática docente, sendo capaz de nos introduzir em uma dinâmica de revisão e enriquecimento de nossa atividade como mediadores do conhecimento. Com isso, é possível desenvolver a consciência, por informação analítica, prever mudanças, experimentar mudanças e consolidar um novo estilo pessoal de atuação. Isso também proporciona ao pesquisador se distanciar da realidade em que está atuando e ver todos em uma perspectiva. Segundo Zabalza (2004),

Os diários contribuem de uma maneira notável para o estabelecimento dessa espécie de círculo de melhoria capaz de nos introduzir em uma dinâmica de revisão e enriquecimento de nossa atividade como professores. Esse círculo começa pelo desenvolvimento da consciência, continua pela obtenção de uma informação analítica e vai se sucedendo por meio de outra série de fases, a previsão da necessidade de mudanças, a experimentação das mudanças e a consolidação de um novo estilo pessoal de atuação (p. 11).

O segundo instrumento de coleta de dados da pesquisa foram os materiais produzidos pelos alunos, como textos de síntese do cotidiano abordando as dimensões previstas para o conteúdo estudado, as tabelas de compromisso social diante da sociedade tendo como base o que foi aprendido e a forma como o estudante usará aquilo para modificar algum ou alguns hábitos seus. Também as resoluções de atividades de sistematização propostas em alguns encontros foram consideradas como materiais produzidos pelos estudantes. Nesses materiais, foram verificadas a forma como o estudante resolveu e a presença de conceitos e domínios teóricos e matemáticos em suas resoluções e escritas.

O terceiro instrumento de coleta de dados da pesquisa foram as aulas gravadas, nas quais foram analisadas as interações dos estudantes, suas percepções e como eles explicam um fenômeno antes e depois de terem estudado um determinado conteúdo. Também foram analisadas as contribuições dos estudantes na construção de materiais teóricos sobre os conteúdos e as relações que eram feitas associadas ao seu cotidiano.

E, por fim, o relatório das respostas dos estudantes, gerado pelo Kahoot. Esse instrumento permitiu verificar o domínio conceitual do estudante, assim como com que propriedade ele adquiriu os conhecimentos estudados ao longo do estudo de Eletrodinâmica. Também foi possível verificar as dimensões que mais foram trabalhadas e as mais significativas aos estudantes.

### **3.3 Análise dos Resultados**

Os dados foram obtidos por meio de aulas gravadas, interações dos estudantes, materiais produzidos (sínteses, resolução de atividades de sistematização, dentre outros) e Diário de Bordo. Para a análise dos resultados, criou-se uma categorização dos dados com base nos passos propostos pela PHC, sendo eles: Prática Social Inicial, Problematização, Instrumentalização, Catarse e Prática Social Final. Vale ressaltar que, como foram dois temas abordados na sequência didática (“Internet das Coisas e Cidades Inteligentes” e “Tópicos de Eletrodinâmica”), a análise foi feita individualmente para cada tema.

A primeira categoria, chamada Prática Social Inicial, discute as interações dos estudantes, entre os pares e com o pesquisador, no primeiro passo da teoria da PHC.

A segunda categoria, denominada Problematização, analisa as externalizações dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre as perguntas problematizadoras propostas.

A terceira categoria, nomeada de Instrumentalização, analisa as interações durante o estudo dos conteúdos, ou seja, a participação, os diálogos, a resolução das atividades de sistematização propostas, as relações com o seu cotidiano, dentre outras. Também analisa as reações positivas, negativas ou neutras quanto às propostas desenvolvidas.

A quarta categoria, chamada de Catarse, analisa e discute as sínteses feitas pelos estudantes, sejam elas por meio de material escrito ou por atividades gamificadas.

A quinta categoria, denominada Prática Social Final, analisa os quadros de compromisso social construídos pelos estudantes e a proposta de solução inteligente.

## **4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA E SUA APLICAÇÃO**

Para atingir os objetivos propostos desta dissertação, foi construída uma sequência didática fundamentada na Pedagogia Histórico-Crítica e na educação STEM. Esse guia didático traz informações gerais sobre a IoT e uma de suas aplicações, as Cidades Inteligentes. Ele está dividido em dois grandes momentos, sendo que o primeiro visa estudar de um modo geral a IoT e as Cidades Inteligentes e o segundo trabalha com alguns tópicos da Eletrodinâmica básica. O principal ponto de ligação entre os dois está justamente no uso de cargas elétricas em movimento, com a IoT e as Cidades Inteligentes sendo uma consequência do desenvolvimento histórico da eletricidade.

Essa sequência didática foi aplicada em uma turma do 3º Ano do Ensino Médio da Escola Estadual de Ensino Médio Cônego João Batista Sorg (Anexo A), do município de Carazinho/RS. Ela teve duração de 14 encontros, sendo que o primeiro Eixo teve uma duração de 4 encontros e o segundo de 10 encontros, totalizando cerca de 14 horas/aula. Todos eles foram estruturados, como mencionado anteriormente, nos passos propostos pela Pedagogia Histórico-Crítica: Prática Social Inicial, Problematização, Instrumentalização, Catarse e Prática Social Final.

Nos próximos tópicos, serão detalhados a sequência didática, o Produto Educacional da dissertação e a sua implementação.

### **4.1 Local de Aplicação e Cronograma de Aplicação**

A Escola Estadual de Ensino Médio Cônego João Batista Sorg está localizada no bairro Centro, no município de Carazinho-RS e pertence à 39ª Coordenadoria Regional da Educação (39ª CRE). A escola, em 2020, completou 58 anos de funcionamento no município, oferecendo Ensino Médio Regular e o Curso Técnico em Enfermagem. Para atender a essa demanda, a escola tem um total de 11 salas de aula, 1 biblioteca, 1 sala de informática, 1 auditório, 1 laboratório de Física, Química e Biologia, 1 laboratório de aprendizagem colaborativa, rede wi-fi em toda a escola, projetores em todas as salas e cerca de 20 *netbooks* para uso dos estudantes. Os espaços mais usados na escola, sem contar a sala de aula, são o laboratório de informática e o auditório.

A escola, no ano de 2020, tinha aproximadamente 600 alunos distribuídos nos turnos da manhã (quatro turmas de 1º Ano, três de 2º Ano e duas de 3º Ano), tarde (três turmas de 1º Ano, uma de 2º Ano, uma de 3º Ano e duas do Técnico em Enfermagem), e noite (duas

turmas de 1º Ano, duas de 2º Ano, três de 3º Ano e duas do Técnico em Enfermagem). O diurno tem uma carga horária semanal de 25 horas, e o noturno de 20 horas, de acordo com a portaria 289/2019, que consta no diário oficial do Estado do Rio Grande do Sul do dia 27 de novembro de 2019.

O componente curricular de Física do terceiro Ano do Ensino Médio contém dois períodos semanais, totalizando uma carga horária anual de 80 horas. Nessa etapa escolar, de acordo com o plano de ensino da disciplina de Física, estão previstos os estudos do Eletromagnetismo, Ondas e Física Moderna.

Levando em conta a turma escolhida e os conteúdos a serem abordados no terceiro Ano do Ensino Médio, selecionou-se a Eletrodinâmica, em função de ela ser um assunto que possui uma gama de aplicações e está diretamente associado ao cotidiano dos educandos. Também essa seleção se justifica pelo fato de a Eletrodinâmica ser pouco explorada no Ensino Médio e, tradicionalmente, reduzida a cálculos matemáticos que, por vezes, não são justificados e não fazem muito sentido ao aluno.

Abaixo, apresenta-se o cronograma de atividades que foram previstas para serem desenvolvidas, sendo ele organizado de acordo com a Pedagogia Histórico-Crítica de Demerval Saviani. Por questão de organização, optou-se por dividir em dois Eixos, sendo que, no Eixo I, é feita uma contextualização sobre a Internet das Coisas e as Cidades Inteligentes, a fim de situar os alunos sobre uma evolução das cidades e equipamentos eletrônicos que recorrem à internet e facilitam a vida das cidades e das pessoas. E, no Eixo II, é trabalhada, de fato, a Eletrodinâmica, remetendo-a a evoluções que estão acontecendo, à aplicabilidade da Eletrodinâmica hoje e ao por que ser importante estudar esses conteúdos na escola. O Quadro 3 apresenta os encontros e as atividades que foram previstas para serem desenvolvidas durante a aplicação da sequência didática.

Quadro 3 - Resumo dos encontros e instrumentos de coleta de dados

<b>EIXO 1: INTERNET DAS COISAS E CIDADES INTELIGENTES</b>		
<b>Encontro</b>	<b>Atividades/Ações</b>	<b>Instrumento de Coleta de Dados</b>
1º	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apresentação da proposta para essa seção de aulas, assim como a linha política.</li> <li>- Exposição dos conteúdos e objetivos.</li> <li>- Externalização dos conhecimentos prévios dos alunos.</li> <li>- Assistir ao 1º episódio da série Futurama.</li> <li>- Debate de questões problematizadoras.</li> </ul>	Diário de Bordo Aula gravada
2º	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Retomada das discussões da aula anterior.</li> <li>- Exposição oral e dialogada sobre a IoT.</li> <li>- Pesquisa sobre os benefícios e as fragilidades da IoT.</li> <li>- Preenchimento do quadro coletivo de benefícios e fragilidades da IoT.</li> </ul>	Diário de Bordo Aula gravada Materiais produzidos pelos alunos

	- Debate a partir de alguns questionamentos.	
3°	- Retomada das discussões da aula anterior. - Diálogo com especialista na área de Cidades Inteligentes.	Diário de Bordo Aula gravada
4°	- Construção de uma síntese do que foi estudado nesse Eixo. - Preenchimento do quadro de compromisso social. - Escolha de um problema e de qual será a solução inteligente para ele.	Materiais produzidos pelos alunos
<b>EIXO 2: TÓPICOS DE ELETRODINÂMICA</b>		
<b>Encontro</b>	<b>Atividades/Ações</b>	<b>Instrumento de Coleta de Dados</b>
5°	- Apresentação dos conteúdos e dos objetivos de aprendizagem. - Externalização dos conhecimentos prévios dos alunos. - Debate de questões problematizadoras.	Diário de Bordo Aula gravada
6°	- Retomada das discussões da aula anterior e do objetivo de aprendizagem da corrente elétrica. - Exposição oral e dialogada sobre o campo de estudo da Eletrodinâmica, circuito elétrico, intensidade da corrente elétrica, sentido e tipos de corrente elétrica. - Análise de uma conta de eletricidade. - Exposição oral e dialogada sobre potência elétrica, energia consumida e efeitos da corrente elétrica no corpo humano. - Resolução de questões desafiadoras.	Diário de Bordo Aula gravada Resolução das atividades pelos alunos
7°	- Retomada das discussões da aula anterior e do objetivo de aprendizagem das Leis de Ohm. - Discussão da folha entregue, Leis de Ohm. - Resolução de questões desafiadoras.	Diário de Bordo Aula gravada Resolução das atividades pelos alunos
8°	-Retomada das discussões da aula anterior e do objetivo de aprendizagem de componentes eletrônicos. - Pesquisa e apresentação dos componentes eletrônicos pesquisados.	Diário de Bordo Materiais produzidos pelos alunos
9°	- Retomada das discussões da aula anterior e do objetivo de aprendizagem da associação em série de resistores. - Discussão da folha entregue, associação em série de resistores. - Resolução de questões desafiadoras associadas ao conteúdo.	Diário de Bordo Aula gravada Resolução das atividades pelos alunos
10°	- Retomada das discussões da aula anterior e do objetivo de aprendizagem da associação em paralelo de resistores. - Discussão da folha entregue, associação em paralelo de resistores. - Resolução de questões desafiadoras associadas ao conteúdo.	Diário de Bordo Aula gravada Resolução das atividades pelos alunos
11°	- Resolução de questões no software Kahoot.	Diário de Bordo Aula gravada e Kahoot
12°	- Construção da solução inteligente imaginada.	Diário de Bordo Materiais produzidos pelos alunos
13°	- Construção da solução inteligente imaginada.	Diário de Bordo Materiais produzidos pelos alunos
14°	- Apresentação das soluções propostas para os alunos e, ao final, abertura a críticas construtivas para as soluções propostas.	Diário de Bordo Aula gravada Materiais produzidos pelos alunos

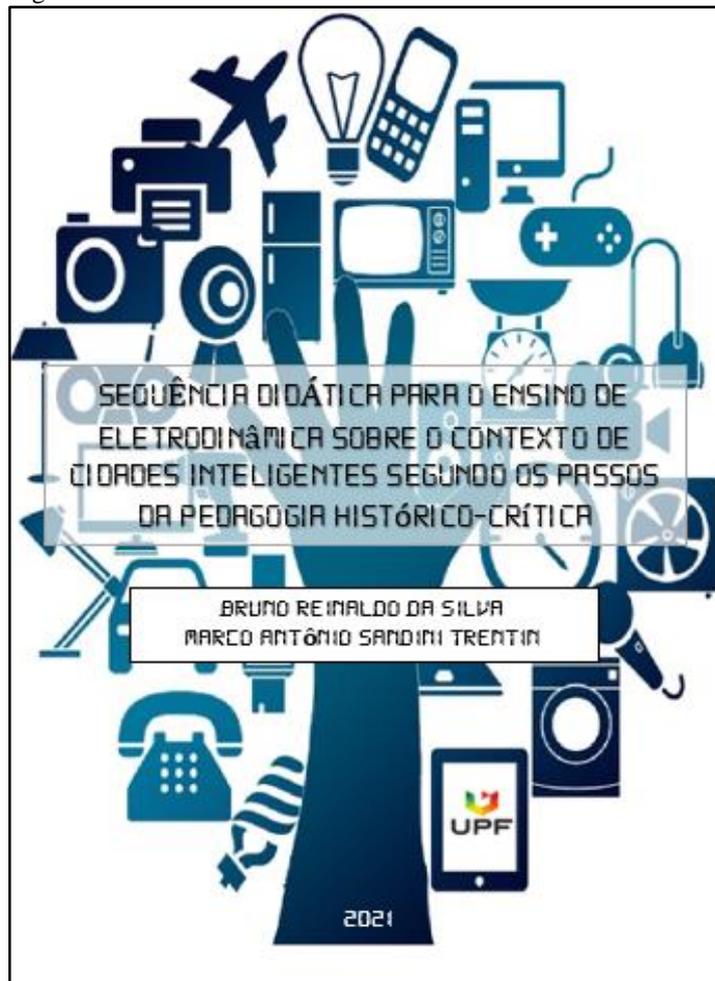
Fonte: O autor, 2020.

## 4.2 Produto Educacional

O Produto Educacional (Figura 1) desenvolvido é uma sequência didática que está fundamentada na Pedagogia Histórico-Crítica com apoio na abordagem STEM. Ele, em sua

totalidade, está estruturado de forma que os alunos consigam perceber que os conteúdos escolares estudados têm, cada um, um motivo por trás e que eles possuem uma aplicação cotidiana. Também é evidente o papel de transformação social e, principalmente, o de um sujeito ativo e participante na realidade em que se encontra.

Figura 1 - Produto Educacional



Fonte: O autor, 2020.

O material, disponível em <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/603303>>, está em forma de apostila e é destinado a professores de Física que abordam a Eletrodinâmica no terceiro Ano do Ensino Médio. A apostila está estruturada em três capítulos, sendo que, no primeiro, é feita uma descrição sobre a Internet das Coisas e as suas aplicações, sendo um dos focos desse capítulo as Cidades Inteligentes. O segundo capítulo introduz o microcontrolador Arduino, descrevendo suas potencialidades. E, por fim, no terceiro capítulo, encontra-se a sequência didática propriamente dita. Essa última, por questões de organização, está dividida em dois Eixos, sendo o primeiro Eixo com 4 aulas que estudam a Internet das Coisas e as Cidades Inteligentes num âmbito geral. No segundo Eixo, são trazidos alguns tópicos de

Eletrodinâmica: circuitos elétricos, intensidade da corrente elétrica, tipos de corrente elétrica, sentido da corrente elétrica, potência elétrica, energia consumida, efeitos da corrente elétrica no corpo humano, 1ª e 2ª Lei de Ohm, associação de resistores em série e associação de resistores em paralelo.

Os dois Eixos propostos estão estruturados segundo a Pedagogia Histórico-Crítica proposta por Saviani (2012), com os aprofundamentos teóricos-metodológicos que foram feitos por Gasparin (2015). A teoria, base para a construção da sequência didática, está estruturada em 5 passos:

**Prática Social Inicial:** Esse primeiro passo é o momento em que o professor dá início ao processo de ensino-aprendizagem, informando aos alunos que os conteúdos a serem estudados serão abordados em uma linha política que tem como apoio o materialismo histórico que visa à transformação social. Além disso, é nesse momento que o docente anuncia os conteúdos e os seus respectivos objetivos de aprendizagem, pois o aluno então saberá o que será feito, aonde ele deve chegar e principalmente o porquê de ele estar estudando algo. Também, é nesse momento que o aluno externaliza tudo o que já sabe sobre o conteúdo e faz questionamentos sobre o que ele gostaria de aprender e que está diretamente associado ao conteúdo. Essa abertura, antes de iniciar o conteúdo, é fundamental, porque faz o aluno sentir-se parte do processo de ensino-aprendizagem e acaba motivando-o a querer aprender.

**Problematização:** Nesse segundo passo, o docente faz questionamentos de forma a possibilitar ao aluno participar novamente, externalizando ainda mais o que ele sabe sobre questões direcionadas que darão andamento ao conteúdo. O momento torna-se relevante à medida que as perguntas são feitas e não são respondidas nesse momento, sendo elas o ponto inicial que informará ao aluno o que ele deve esperar ver adiante.

**Instrumentalização:** Esse é o momento de estudar o conteúdo propriamente dito. Com diversos recursos e metodologias, o professor fará a explanação do conteúdo. Nesse momento, é de severa importância o docente trazer, à medida que possível e se for conveniente, os questionamentos da problematização e as dúvidas dos estudantes, pois de nada adianta ter um momento destinado a questionamentos se, depois, eles não forem abordados novamente.

**Catarse:** Nesse passo, é o momento de o educando sintetizar, responder a perguntas. Enfim, esse encaminhamento final fica a cargo do docente. Esse é o momento mais importante, pois é aqui que o estudante irá externalizar o que ele aprendeu sobre tudo o que foi estudado até então. Ele trará à tona os conceitos e também as dimensões trabalhadas em todos os passos da instrumentalização, sejam elas políticas, culturais, sociais, dentre outras.

Prática Social Final: Esse é o momento final, no qual o aluno pensará sobre qual(is) compromisso(s) sociais ele vai assumir para si a partir desse momento. Uma vez que ele conhece o conteúdo e suas aplicações, o que ele fará com toda essa informação, que transformação social/pessoal ele tem que fazer a fim de melhorar?

### 4.3 Implementação do Produto Educacional

Na sequência, apresenta-se a descrição de cada um dos 14 encontros previstos para a aplicação do Produto Educacional. Por questão de organização, ele foi dividido em dois grandes temas de estudos, denominados de Eixos. No Eixo I, o tema de estudo é a Internet das Coisas e as Cidades Inteligentes e, no Eixo II, alguns tópicos de Eletrodinâmica. Cada encontro tem duração média de 1 hora e foi organizado de acordo com os passos propostos pela teoria da Pedagogia Histórico-Crítica. Ao lado de cada encontro, descrito abaixo, está escrito o(s) passo(s) trabalhado(s).

#### 4.3.1 Primeiro encontro: Prática Social Inicial e Problematização

Para dar início a esse primeiro encontro, os estudantes serão informados que nos próximos 14 encontros da disciplina será aplicado um Produto Educacional, dividido em dois Eixos (Eixo I: Internet das Coisas e Cidades Inteligentes e Eixo II: Tópicos de Eletrodinâmica).

Para iniciar o primeiro Eixo, os educandos recebem a informação de que os conteúdos a serem estudados nesses encontros serão abordados em uma linha política que se apoia no materialismo histórico, tendo como finalidade a transformação social. Em seguida, por meio de uma apresentação de *slides*, será apresentado o tópico geral (Internet das Coisas e Cidades Inteligentes) e seu objetivo, assim como os tópicos específicos que serão estudados nesse primeiro Eixo e seus respectivos objetivos de aprendizagem. A relação de conteúdos juntamente a seus objetivos é apresentada no Quadro 4:

Quadro 4 - Conteúdo e objetivos de aprendizagem

<b>Tópico</b>	<b>Objetivo</b>
Internet das Coisas	Perceber, no cotidiano, alguns usos da Internet das Coisas, verificando suas perspectivas.
Cidades Inteligentes e sustentabilidade	Reconhecer a relação existente entre a Internet das Coisas e as Cidades Inteligentes, pontuando suas vantagens e fragilidades.

Fonte: O autor, 2020.

Esse instante, de contextualização do conteúdo, é chamado por Saviani (2012, p.70) de “Prática Social Inicial”. É o momento em que, segundo Gasparin (2015), o estudante tem o primeiro contato com o tema a ser estudado e percebe as relações existentes entre o conteúdo, seus problemas, interesses e necessidades. Ou seja, é feita a preparação do estudante para a construção do conhecimento escolar. Por esse motivo, são apresentados os tópicos, a fim de que os estudantes já conheçam o que estudarão em breve.

Após a explanação do professor, são dados subsídios aos estudantes para que eles expressem o que já sabem e o que gostariam de saber sobre o conteúdo. Essas contribuições e questionamentos dos estudantes serão anotados na lousa. Nesse momento, não serão questionadas as contribuições dos estudantes e não serão respondidos os questionamentos, pois há um momento próprio para isso, a Instrumentalização. Segundo Gasparin (2015), com isso é possível o docente conhecer a prática social imediata dos estudantes, possibilitando que seja desenvolvido um trabalho adequado para que eles se apropriem de conhecimentos significativos para a sua vida. Por haver contribuições tanto dos estudantes quanto do professor, acaba sendo uma prática social comum a professor e aluno. Este último tem uma visão sincrética e caótica da realidade, ou seja, um senso comum confuso, com algumas perguntas é possível que as explicações caiam em contradição. Isso pode ser observado no discurso de Vasconcellos (1993), no qual afirma que “[...] conhecer a realidade dos educandos implica em fazer um mapeamento, um levantamento das representações do conhecimento dos alunos sobre o tema de estudo. A mobilização é o momento de solicitar a visão/concepção que os alunos têm a respeito do objeto (Senso comum, “síncrese”)” (p. 48).

Em Ciências, o senso comum tem um papel fundamental na construção do conhecimento científico. Com base nele muitas teorias foram construídas, algumas das contribuições foram aceitas e outras foram refutadas. Dessa forma, o conhecimento advindo das práticas cotidianas do estudante é muito importante que sejam trazidos para a escola, pois com ele é possível encontrar a necessidade do estudo de um determinado assunto, para que se consiga explicar cientificamente um fenômeno. Segundo Flesher (1977, p. 41),

A importância da experiência anterior – especialmente da cotidiana – na formação dos conceitos científicos é muito importante, sobretudo no que se refere à aprendizagem de disciplinas como a Física, que se ocupam de muitos conceitos de uso cotidiano. Quando os alunos começam a estudar Física, possuem já todo um sistema de noções formadas durante sua vida (apud GASPARIN, 2015, p. 18).

Complementando essa ideia, Santos (2005) afirma que educar nada mais é que distanciar o sujeito de sua vida cotidiana, fazê-lo pensar em sua prática e problemas e fornecer

subsídios para que, com instrumentos culturais, torne sua vida mais leve e feliz. Para que isso ocorra, o autor afirma que não se deve estudar somente o que interessa ao estudante, pois “[...] limitar-se a discutir aspectos do cotidiano que interessam ao aluno é negar-lhe a possibilidade de ampliar horizontes. É o saber sistematizado e a sua apropriação que garantem os dispositivos para lutar e conquistar uma vida melhor” (p. 58).

Na segunda metade do encontro, será assistido o primeiro episódio da série Futurama, a fim de fornecer subsídios, advindos da ficção, para que os estudantes possam visualizar uma possível vida futurística, caso ainda não tenham tido contato com nenhum material desse tipo. Em síntese, a série mostra a história de um entregador de Pizzas, Fry, que vive no ano de 1999, mais especificadamente no dia 31 de dezembro de 1999. Poucos segundos antes do ano novo, 2000, ele vai fazer uma entrega em um endereço, porém não encontra ninguém. O personagem acaba adentrando no recinto e verifica que é um laboratório abandonado, senta-se em uma cadeira e, por descuido, acaba caindo em uma máquina que congela as pessoas por uma determinada quantidade de anos. Passado o tempo, 1000 anos, Fry é descongelado no ano 3000. A cidade em que ele vivia se transformou e virou algo futurístico, com carros voadores, robôs, túneis de teletransporte e etc.

Para a seleção do episódio, levou-se em conta o fato de os estudantes poderem observar um mundo anterior a eles e como se projetava um mundo posterior a eles. Alguns resquícios do antes ainda são vivenciados hoje, pois é algo recente, cerca de 20 anos. Também a interação com esse tipo de mídia é justificada pelos PCNs + que afirmam:

Para que todo o processo de conhecimento possa fazer sentido para os jovens, é imprescindível que ele seja instaurado por meio de um diálogo constante entre alunos e professores, mediado pelo conhecimento. E isso somente será possível se estiverem sendo considerados objetos, coisas e fenômenos que façam parte do universo vivencial do aluno, seja próximo, como carros, lâmpadas ou televisões, seja parte de seu imaginário, como viagens espaciais, naves, estrelas ou o Universo (BRASIL, 2002, p. 83).

O mundo vivencial comum ao estudante e ao professor, em específico os filmes e as séries, podem trazer contribuições e um olhar crítico às mídias que chegam aos estudantes. É possível, com o seu conhecimento, questionar determinados acontecimentos em uma cena e, principalmente, perceber o que é perspectiva de avanço tecnológico e o que é algo completamente desconexo de um momento futuro. Com esse movimento, é provável que o estudante comece a perceber fragmentos disciplinares de situações cotidianas. E, também, perceba, por si só, a importância do conhecimento para a vida cotidiana, que há de fato uma relação com o mundo vivencial.

Para finalizar esse encontro serão feitos alguns questionamentos, que seguem abaixo:

- Quais são as fragilidades da IoT?
- Como fazer um sistema de proteção de dados 100% eficaz? É possível?
- Quais são os benefícios que essa tecnologia pode nos trazer?
- As informações armazenadas não podem ser perigosas? Quanto tempo elas ficam armazenadas?
- Como os sensores atuarão nesse caso?
- Quais as facilidades que essa tecnologia nos traz?
- De que forma a tecnologia contribuirá para nossa vida diária?
- Hackers serão um problema nas Cidades Inteligentes?
- Em caso de falha dos sensores de uma cidade, como ela se organizará?
- É benéfico ter uma Cidade Inteligente?
- Em caso de falta de energia, como haverá a telecomunicação entre os dispositivos?
- Não há risco nesse armazenamento de dados? Como isso influencia a vida das pessoas?
- Todos terão acesso a essa tecnologia? Como?
- É possível termos cidades 100% inteligentes?
- Como serão vistas as Cidades Inteligentes em termos de natureza?

Esses questionamentos fazem parte da Problematização, que é o momento em que o estudante e o professor irão se debruçar sobre as perguntas e tentarão justificá-las com base em seus conhecimentos prévios. Como já mencionado, essa visão é confusa, sincrética e caótica, carecendo de uma sistematização de conceitos para que seja possível respondê-las sem que se caia em contradições. Os questionamentos em si trazem algumas dimensões, apontadas por Gasparin (2015, p. 2), em que “[...] os conteúdos reúnem dimensões conceituais, científicas, históricas, econômicas, ideológicas, políticas, culturais, educacionais [...]”.

#### *4.3.2 Segundo encontro: Instrumentalização – Internet das Coisas*

A fim de situar os estudantes sobre o campo de estudo e, também, quanto ao objetivo de aprendizagem do conteúdo, inicialmente será realizada uma breve retomada sobre o que foi dialogado na aula anterior. Esse processo reforça ainda mais o compromisso social dos conteúdos construídos historicamente, assim como permite ao aluno rever e prever quais serão

os procedimentos que serão dados nesse encontro. A respeito disso, Pereira e Abid (2016) sinalizam que a retomada de algum conceito ou de uma situação vivenciada pelo estudante ocorre por meio da mediação com um objeto externo que o auxilie a relembrar o que se quer lembrar. Pelo fato de os encontros ocorrerem em turmas do Ensino Médio, Vigotski (2007) destaca que a memória do adolescente está carregada de lógica, por esse motivo o reconhecer passa a ser identificar o que se quer encontrar. Ou seja, devido as suas estruturas mentais lógicas, para relembrar o conceito ou situação que se quer recordar, o estudante fará a associação de acordo com o que está lhe sendo solicitado. Ainda sobre a retomada, Pereira e Abid (2016, p. 858) apontam que “[...] as retomadas dos alunos estão permeadas não só de conceitos, leis, teorias e fórmulas, mas também de procedimentos, atitudes e valores que, com mais ou menos profundidade, em maior ou menor escala, eles tenham construído ao longo das aulas”. Em síntese, o fato de retomar as aulas anteriores possibilita ao docente fazer um diagnóstico do que o estudante sabe e/ou decorou acerca de um tema, quais procedimentos ele sabe fazer e quais atitudes ele adquiriu após aquele ou aqueles encontros.

Para dar início ao tópico Internet das Coisas, será feita uma aula expositiva e dialogada, a fim de oportunizar detalhes para os estudantes que possuem pouco ou que ainda não possuem nenhum conhecimento sobre o tema. Ao contrário do que é encontrado em muitos relatos na literatura, a aula expositiva e dialogada bem estruturada proporciona benefícios à aprendizagem dos estudantes. Aqui, não se refere à aula expositiva clássica, na qual o docente é um expositor de conceitos e o estudante é um mero receptor de conteúdo. Mas sim à perspectiva freiriana, de uma aula expositiva e dialogada, na qual o estudante é um agente que “[...] aprende, problematiza, dialoga, conhece, interage, participa, cria, crítica, conscientiza do papel nesse mundo e com o mundo” (COIMBRA, 2016, p. 7267). Ou seja, o estudante é um ser ativo e participativo no processo de construção de seu conhecimento e do conhecimento coletivo, trazendo suas vivências e suas formas de interpretar o mundo e de justificar como as coisas acontecem ao seu redor, por meio de um conhecimento não sistematizado. Na educação, em diversas pesquisas, sabe-se que não há uma receita para ensinar um determinado tópico, porém existem estratégias que se percebem mais efetivas que as outras. Podemos verificar essa informação nos relatos de Masetto (1997, p. 95), o qual afirma que “Não existem técnicas boas ou ruins. Temos estratégias, adequadas (ou inadequadas) aos objetivos que pretendemos alcançar”. Corroborando essa ideia, Coimbra (2016, p. 7271) sinaliza que “Uma estratégia deve ser compreendida a partir de um contexto mediatizada pelos sujeitos que dela fazem parte, em busca de um processo de ensinagem. Precisa ser datada, localizada e responder a determinados objetivos”. Em outras palavras, a

estratégia que melhor pode vir a contribuir significativamente para a construção dos conhecimentos dos estudantes é aquela em que irá atingir os objetivos propostos inicialmente. Por esse motivo, Saviani enfatiza, em suas obras, a importância do planejamento prévio das aulas visando aonde se quer chegar e quais serão os procedimentos para atingir os objetivos pensados.

Nesse momento será conceituado IoT e apresentada uma gama de aplicações diretas e indiretas que há na IoT, assim como o que se tem hoje e as potencialidades para o futuro. Também serão respondidas e comentadas as perguntas da Problematização (perguntas de 1 a 6 da aula anterior), assim como as perguntas feitas pelos estudantes. Para finalizar esse primeiro momento do encontro, será mostrado aos estudantes um vídeo do Youtube do Tecmundo, intitulado: como funciona a Internet das Coisas<sup>2</sup>. O vídeo discorre sobre o ecossistema tecnológico em que objetos (coisas) estão interligados por meio da internet e informa que no futuro a vida cotidiana será 100% com o uso da tecnologia. Para contextualizar o tema é apresentada uma situação hipotética de uma pessoa que se encontra no trânsito e o veículo da frente informa que, em breve, será formado um engarrafamento. Por sua vez, o relógio que está no pulso do motorista envia um relatório dos batimentos cardíacos para o médico, que faz a sua análise e indica alimentos saudáveis. Recebendo essa orientação, o monitor do veículo analisa na geladeira se há alimentos saudáveis e verifica que não há. Então, em uma busca pelo mercado mais próximo para a aquisição desses alimentos, o monitor do carro indica a distância e o tempo para chegar a esse local. Para finalizar, o vídeo comenta rapidamente que as “coisas” do cotidiano se tornaram inteligentes e farão uso de microprocessadores, sensores e antenas para fazer esse controle e essa interconexão entre os objetos.

Após essa contextualização e ambientação sobre o objeto de estudo, os estudantes preencherão coletivamente um quadro sobre os benefícios e as fragilidades da IoT. Para esse momento, os estudantes usarão a plataforma digital Google Docs, na qual é possível várias pessoas escreverem ao mesmo tempo um único texto.

Após a coleta das informações, esse quadro será analisado coletivamente, podendo ser refutado e, nesse caso, serão feitos os possíveis ajustes necessários. As contribuições dos estudantes serão projetadas nesse quadro e um estudante, escolhido previamente, fará as modificações de acordo com os diálogos desenvolvidos. Caso não surjam questionamentos, serão utilizadas como impulsionadoras de discussões algumas das perguntas a seguir:

- Em que aspectos a IoT melhorará a vida das pessoas? E a saúde?

---

<sup>2</sup> Disponível em: <<https://youtu.be/O8-oiSsZl1Y>>. Acesso em: 05 out. 2019.

- Não há possibilidade de falhas na autonomia dos veículos?
- As residências, sendo automatizadas, não há possibilidades de Hackers terem acesso as suas informações?
- Será possível, em um futuro, os Hackers não poderem invadir os dados das pessoas?
- Tendo em vista a velocidade da internet do Brasil, será possível um dia termos uma tecnologia dessas? Quais os possíveis rumos que o país deve tomar?
- Será possível o acesso a componentes eletrônicos de forma fácil e barata?
- Com a evolução da IoT, teremos mecanismos seguros de atualização?
- A sociedade pode correr o risco de ficar totalmente dependente dos sistemas informatizados?

Nos PCNs, em três tópicos do documento, encontram-se fatores que justificam os procedimentos teóricos metodológicos e a escolha do tema como norteador do Produto Educacional desenvolvido. São eles:

- Compreender o desenvolvimento histórico da tecnologia, nos mais diversos campos, e suas consequências para o cotidiano e as relações sociais de cada época, identificando como seus avanços foram modificando as condições de vida e criando necessidades. Esses conhecimentos são essenciais para dimensionar corretamente o desenvolvimento tecnológico atual, através tanto de suas vantagens como de seus condicionantes (BRASIL, 2002, p. 67).
- Identificar elementos básicos da microeletrônica para compreender o processamento de informação (processadores, microcomputadores etc.), redes de informática e sistemas de automação (BRASIL, 2002, p. 78).
- Acompanhar e avaliar o impacto social e econômico da automação e informatização na vida contemporânea (BRASIL, 2002, p. 78).

#### *4.3.3 Terceiro encontro: Instrumentalização - Cidades Inteligentes*

Ao iniciar esse encontro, os estudantes serão informados de que haverá uma pessoa externa à escola que irá contribuir com os estudos sobre as Cidades Inteligentes. Será apresentado o professor convidado, sua formação e sua área de atuação. A palavra, então, estará com o palestrante para que desenvolva os assuntos da aula. Projeta-se uma fala de cerca de 30 a 45 minutos e, ao final da fala, será aberto um momento para perguntas. Aqui será

sugerido aos estudantes que tragam seus questionamentos iniciais, assim como novos questionamentos que venham a enriquecer ainda mais o momento.

#### 4.3.4 Quarto encontro: *Catarse e Prática Social Final*

Com o objetivo de finalizar esse primeiro Eixo e verificar se foram atingidos todos os objetivos propostos para a unidade temática Internet das Coisas e Cidades Inteligentes, os estudantes farão construções de sua autoria. Sendo elas a síntese dos conteúdos, o preenchimento do quadro de compromisso social e possíveis intervenções que podem ser feitas em sua realidade fazendo o uso de tecnologias.

Para a construção da síntese do que foi estudado nesse primeiro Eixo, os estudantes, divididos em pequenos grupos, farão a construção de um texto que simplifique o que foi abordado nessa primeira seção. Será enfatizado que não deverá ser feita uma memória das aulas, e sim um pequeno resumo que aborde tudo o que lembrarem. Isso não impede que os estudantes, em seus relatos, tragam associados aos conceitos seus respectivos usos. A produção em grupos, nesse primeiro momento, justifica-se pela troca de informações entre os educandos e gera um clima de que o que foi estudado permite expansão dos saberes.

Na segunda etapa da aula, com o objetivo de que os estudantes levem para a sua realidade os conhecimentos estudados e que de fato atuem ativamente em sua sociedade, os educandos preencherão o quadro de compromisso social (Quadro 5).

Quadro 5 - Intenções do aluno e compromisso de ação

<b>Nova Atitude Prática: Intenções</b>	<b>Proposta de Ação</b>
1-	1-
2-	2-
3-	3-

Fonte: Gasparin, 2015.

Nesse quadro proposto por Gasparin (2015), eles deverão colocar uma intenção e uma proposta de ação para cada intenção proposta. A intenção é no sentido do que eles se comprometem a fazer com os conhecimentos sistematizados. Por isso, ao lado de intenção, tem-se proposta de ação, para o estudante, com base no que estudou e acredita ser viável, poder agir e buscar novos conhecimentos.

A fim de auxiliá-los nesse processo de escolha de intenção e proposta de ação, será solicitado aos estudantes que, em pequenos grupos, listem quais são os problemas observados em sua realidade (casa, rua, bairro, escola, cidade, país ou planeta) que podem ser resolvidos

com o uso da tecnologia. E, para complementar, proponham soluções que acreditam serem possíveis de resolver esses problemas.

#### 4.3.5 Quinto encontro: Prática Social Inicial e Problematização

Para dar início a esse quinto encontro, os estudantes receberão a informação de que será iniciado o segundo Eixo de estudo, tópicos de Eletrodinâmica. Como esse momento é introdutório, será apresentado, por meio de *slides*, os conteúdos que serão estudados, assim como os seus respectivos objetivos de aprendizagem. Os tópicos e os respectivos objetivos encontram-se no Quadro 6.

Quadro 6 - Conteúdos e objetivos específicos - Tópicos de Eletrodinâmica

<b>Tópico</b>	<b>Objetivo</b>
Tópicos de Eletrodinâmica	Perceber a presença dos conceitos de Eletrodinâmica em aparelhos cotidianos, propondo soluções inteligentes para a facilidade da vida cotidiana.
Intensidade da corrente elétrica	Compreender em quais situações há a presença de corrente elétrica, prevendo sua possível intensidade.
Sentido da corrente elétrica	Diferenciar microscopicamente o sentido da corrente elétrica real e a corrente elétrica convencional, identificando as situações de seu uso.
Corrente contínua e corrente alternada	Diferenciar corrente contínua de corrente alternada, escolhendo sempre a melhor fonte de energia para cada aparelho.
Potência elétrica	Identificar a potência elétrica em aparelhos eletrônicos, percebendo que o tempo de uso e sua potência interferem diretamente na energia consumida.
Energia consumida	Calcular a energia consumida por aparelhos, propondo soluções para a redução do consumo de energia elétrica em sua residência.
Efeitos da corrente elétrica no corpo humano	Enumerar os efeitos que a corrente elétrica pode gerar, prevenindo futuros acidentes que podem ocorrer com a eletricidade.
Resistor	Identificar um resistor em um circuito elétrico, identificando em cada situação apresentada sua principal função.
1ª Lei de Ohm	Identificar graficamente um resistor ôhmico, detectando as situações reais que ele terá esse comportamento.
2ª Lei de Ohm	Calcular com base em suas características a resistência de um resistor, percebendo o seu uso em linhas de transmissão.
Componentes eletrônicos	Diferenciar os componentes eletrônicos de um circuito, identificando sua função e seu uso.
Associação de resistores em série	Identificar em um circuito a associação de resistores em série, detectando as situações de seu uso.
Associação de resistores em paralelo	Identificar em um circuito a associação de resistores em paralelo, detectando as situações de seu uso.

Fonte: O autor, 2020.

Após a exposição oral e dialogada do novo campo de estudo, os estudantes serão questionados sobre o que eles já sabem acerca do conteúdo e o que eles gostariam de saber mais. Todas as dúvidas advindas da prática social dos sujeitos serão anotadas e

posteriormente, na instrumentalização, serão trazidas à tona novamente. Neste momento, não serão respondidas as perguntas, pois, nesse passo, é possível identificar alguns traços da zona de desenvolvimento imediata do estudante. Segundo os PCNs,

Os alunos chegam à escola já trazendo em sua bagagem cultural vários conhecimentos físicos que construíram fora do espaço escolar e os utilizam na explicação dos fenômenos ou processos que observam em seu dia a dia. Muitas vezes, constroem até mesmo modelos explicativos consistentes e diferentes daqueles elaborados pela ciência (BRASIL, 2002, p. 83).

Para finalizar o encontro, serão feitas algumas perguntas problematizadoras. Essas perguntas nortearão o estudo dos conteúdos que seguem. Ou seja, essas perguntas auxiliarão o estudante a perceber o que ele irá estudar pela frente. Esses questionamentos encontram-se abaixo:

- O que é intensidade da corrente elétrica?
- Qual a definição das Leis de Ohm?
- Quando resistores estão associados em série? E em paralelo?
- Como os elétrons se movem em um circuito elétrico?
- O que é um circuito elétrico?
- Como é possível calcular a corrente elétrica em um circuito?
- Quais são as propriedades das associações em série e em paralelo?
- Quais são as variáveis envolvidas nas Leis de Ohm?
- As leis de Ohm servem para qualquer resistor?
- Os sensores de um modo geral facilitam a vida das pessoas?
- Dispositivos inteligentes podem salvar vidas? Os sensores podem melhorar a qualidade de vida das pessoas?
- Existem formas de as pessoas terem acesso, barato, a essas tecnologias?
- Por que a eletricidade deve ser paga?
- Por que há impostos na eletricidade?

#### *4.3.6 Sexto encontro: Instrumentalização I – Corrente elétrica, potência elétrica e energia consumida*

Antes de iniciar as atividades relativas ao sexto encontro, será feita uma breve retomada do que foi visto na aula anterior. Nessa etapa inicial, será dada ênfase

principalmente aos conteúdos dessa aula, assim como aos questionamentos da problematização e às dúvidas dos estudantes.

A primeira parte da aula será expositiva e dialogada, a fim de familiarizar os estudantes com os conceitos que são essenciais para a compreensão da Eletrodinâmica. São eles: intensidade da corrente elétrica, sentido da corrente elétrica, corrente elétrica contínua, corrente elétrica alternada, potência elétrica e energia elétrica. Nesse sentido, para a abordagem desses conceitos serão utilizados *slides* que auxiliam na contextualização dos conhecimentos.

A instrumentalização dos conceitos inicia do amplo, partindo de uma definição de Eletrodinâmica e seu campo de estudo. Inicialmente, a fim de facilitar a introdução dos conceitos, os alunos serão desafiados, especialmente tomando por base os seus conhecimentos em Física e os seus conhecimentos cotidianos, a escolherem circuitos que farão com que uma pilha faça uma lâmpada acender. Para isso, serão apresentadas oito possibilidades de ligações. Em seguida, os estudantes serão questionados sobre o potencial elétrico nos polos de uma pilha e se a diferença de potencial é suficiente para que uma lâmpada acenda. Esse procedimento para com a atividade tem o objetivo de contemplar os PCNs, que sinalizam que o estudante deve “[...] relacionar essas informações a propriedades e modelos físicos, visando explicar seu funcionamento e dimensionar circuitos simples para sua utilização” (BRASIL, 2002, p. 76).

Após essa contextualização inicial, será explicada a intensidade da corrente elétrica e as suas condições de existência, assim como é feito para calculá-la. Em seguida, será apresentada a diferença entre corrente real e corrente convencional e o motivo pelo qual existem esses dois sentidos da corrente elétrica. Para finalizar essa primeira etapa, será apresentada a diferenciação entre corrente elétrica contínua e corrente elétrica alternada, seus principais usos e vantagens. Também, nessa etapa, serão apresentados os efeitos da corrente elétrica no corpo humano.

Na segunda etapa da aula, será projetada uma conta de eletricidade emitida pela concessionária de energia elétrica do município de Carazinho/RS. Esse instrumento servirá para analisar o valor consumido, o significado de kwh, as tarifas associadas às bandeiras e impostos que são cobrados (ICMS, Confins, Pis/Pasep). Para a análise específica do kwh, será apresentado aos estudantes o conceito de potência elétrica e energia elétrica consumida e suas respectivas equações. Segundo os PCNs, os estudantes, durante a sua caminhada escolar, devem

Reconhecer e saber utilizar corretamente símbolos, códigos e nomenclaturas de grandezas da Física, por exemplo, nas informações em embalagens de produtos, reconhecer símbolos de massa ou volume; nas previsões climáticas, identificar temperaturas, pressão, índices pluviométricos; no volume de alto-falantes, reconhecer a intensidade sonora (dB); em estradas ou aparelhos: velocidades (m/s, km/h, rpm); em aparelhos elétricos, códigos como W, V ou A; em tabelas de alimentos, valores calóricos (BRASIL, 2002, p. 63).

Antes de finalizar esse encontro, serão direcionados cinco desafios, associados aos conteúdos estudados nessa aula. Esses desafios visam tanto ao domínio conceitual do estudante, quanto ao domínio matemático aplicado em outras situações, as quais não foram estudadas diretamente nesse encontro.

Para finalizar, será solicitada aos estudantes uma atividade extraclasse, que consiste em listar os aparelhos eletrônicos utilizados em suas casas, anotar a potência e estimar o custo mensal de cada aparelho. Também, nessa atividade, os estudantes deverão propor uma possível intervenção em suas residências, a fim de que o consumo de energia elétrica seja reduzido. Essa atividade deverá ser entregue na próxima aula ao pesquisador. Essas atividades estão fundamentadas nas competências que constam nos PCNs, sendo elas:

Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados em textos. Por exemplo, interpretar um gráfico de crescimento, ou da variação de temperaturas ambientes; compreender o esquema de uma montagem elétrica; ler um medidor de água ou de energia elétrica; interpretar um mapa meteorológico ou uma fotografia de radiação infravermelha, a partir da leitura de suas legendas (BRASIL, 2002, p. 63).

Ler e interpretar informações apresentadas em diferentes linguagens e representações (técnicas) como, por exemplo, um manual de instalação de equipamento, características de aparelhos eletrodomésticos, ou esquemas de montagem de móveis (BRASIL, 2002, p. 63-64).

Dimensionar o custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia (BRASIL, 2002, p. 76).

#### *4.3.7 Sétimo encontro: Instrumentalização II – Leis de Ohm*

Com o objetivo de retomar a atividade extraclasse dada na aula anterior, será solicitado a alguns estudantes que relatem rapidamente como foi a pesquisa, a estimativa do valor de energia consumida, assim como a intervenção que eles imaginaram para reduzir o consumo de energia elétrica. Em seguida, os estudantes serão lembrados do que será estudado no encontro e dos questionamentos da problematização. Também serão revistos os objetivos de aprendizagem pertinente a resistores e Leis de Ohm. Os PCNs sinalizam como sendo uma das competências da disciplina de Física “elaborar comunicações orais ou escritas para relatar,

analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências” (BRASIL, 2002, p. 64).

Para dar início ao estudo dos conteúdos propriamente ditos, será entregue uma folha aos estudantes, contendo um resumo sobre os objetos de estudo da aula. Nessa aula, expositiva e dialogada, será apresentada a definição de resistores, assim como as leis de Ohm e suas especificidades. Após o estudo e os comentários pertinentes à folha, serão lançados sete desafios de domínio conceitual e matemático, que os estudantes deverão resolver em pequenos grupos. Esses desafios serão corrigidos antes de finalizar o encontro. Essas atividades estão associadas a uma competência dos PCNs, na disciplina de Física, que é

Reconhecer a relação entre diferentes grandezas, ou relações de causa-efeito, para ser capaz de estabelecer previsões. Assim, conhecer a relação entre potência, voltagem e corrente, para estimar a segurança do uso de equipamentos elétricos ou a relação entre força e aceleração, para prever a distância percorrida por um carro após ser freado (BRASIL, 2002, p. 65).

#### *4.3.8 Oitavo encontro: Instrumentalização III - Associação em série de resistores*

No início desse encontro serão revistos brevemente, em conjunto com os estudantes, os conteúdos estudados na aula anterior. Nesse momento introdutório, também será anunciado o conteúdo a ser estudado: associação em série de resistores e o seu objetivo de aprendizagem. Será dado ênfase, também, aos questionamentos da problematização da primeira aula do Eixo e aos questionamentos dos estudantes associados a esse conteúdo.

Nesse encontro será entregue aos estudantes uma folha com sete perguntas sobre a associação em série de resistores, as quais permitem sintetizar as propriedades e a identificação de uma associação em série, de um circuito, assim como a sua representação esquemática. Para preencher essas lacunas, será feito um momento coletivo de discussão das perguntas, remetendo a momentos anteriores da aprendizagem dos estudantes. Sempre que conveniente, serão retomadas as perguntas da problematização pertinentes a esse conteúdo. Assim, para fazer o fechamento desse momento conceitual e aplicação matemática de artifícios, ao final dessa folha há um resumo, onde os estudantes preencherão as lacunas com palavras ou fórmulas que melhor se associam às propriedades da associação em série de resistores.

Para finalizar esse encontro, serão disponibilizados aos estudantes sete desafios para serem feitos em pequenos grupos. Para essa atividade, projetam-se os 20 minutos finais do encontro, pois a atividade exige domínio conceitual e domínio matemático.

#### *4.3.9 Nono encontro: Instrumentalização IV – Associação em paralelo de resistores*

Antes de iniciar as atividades desse nono encontro, serão inicialmente revistos, de forma breve, os conteúdos estudados nos dois últimos encontros: leis de Ohm e associação em série de resistores. Em seguida será anunciado o conteúdo a ser estudado: associação em paralelo de resistores, assim como o seu respectivo objetivo de aprendizagem. Nesse momento, serão enfatizados especialmente os questionamentos da problematização da primeira aula do Eixo e os questionamentos dos estudantes que estão intimamente ligados a essa unidade temática.

Nesse encontro, será entregue aos estudantes uma folha com sete perguntas sobre a associação em paralelo de resistores. Essas perguntas permitem sintetizar as propriedades e a identificação de uma associação em paralelo de um circuito, assim como a sua representação esquemática. Para responder aos questionamentos, será feito um momento coletivo de discussão das perguntas, sempre remetendo a momentos anteriores da aprendizagem dos estudantes. Para fazer o fechamento desse momento conceitual e aplicação matemática de artifícios, ao final dessa folha há um resumo, onde os estudantes preencherão as lacunas com palavras ou fórmulas que melhor se associam às propriedades da associação em paralelo de resistores.

Para finalizar, serão disponibilizados aos estudantes sete desafios para serem feitos em pequenos grupos. Para essa atividade, projetam-se os 20 minutos finais do encontro, pois a atividade exige domínio conceitual e domínio matemático.

#### *4.3.10 Décimo encontro: Instrumentalização IV – Componentes eletrônicos*

Com o objetivo de apontar possíveis componentes eletrônicos que podem ser utilizados em uma Cidade Inteligente ou que são objetos de uso da Internet das Coisas, nessa aula os educandos farão uma pesquisa direcionada. Por esse motivo, esse encontro será dividido em dois momentos de 30 minutos, um primeiro momento de pesquisa e um segundo momento de partilha dos dados encontrados.

Para dar início a esse processo de investigação, os estudantes serão informados sobre a pesquisa que farão na aula, assim como do objetivo de aprendizagem que está ligado à proposta do encontro. Será solicitado, em seguida, que os estudantes se dividam em pequenos grupos e, por meio de sorteio, serão encaminhados os componentes eletrônicos a serem pesquisados. Nessa investigação, será solicitado aos estudantes que descrevam o que é, assim

como o seu uso em circuitos e que construam uma pequena apresentação para compartilhar os dados encontrados na pesquisa.

Na segunda metade da aula, permanecendo em seus respectivos grupos, os estudantes farão uma breve apresentação sobre o que eles encontraram sobre os componentes eletrônicos e como eles são usados em um circuito, assim como as múltiplas possibilidades de uso que eles têm.

#### 4.3.11 *Décimo primeiro encontro: Catarse*

Nessa aula, será desenvolvida uma atividade utilizando a plataforma de aprendizagem baseada em jogos digitais, o Kahoot, na qual serão disponibilizadas vinte perguntas que englobem todas as dimensões (conceitual, científica, política, econômica, outras) trabalhadas nesse segundo Eixo.

Para iniciar, será solicitado aos estudantes que abram, em seus celulares, o site ou aplicativo do Kahoot e digitem o código, gerado automaticamente no site, para participarem da atividade. Em seguida, as perguntas serão projetadas e os estudantes deverão selecionar uma opção entre quatro ou uma opção entre duas respostas, a depender da pergunta, que eles acreditam estar correta tendo em vista os estudos desse segundo Eixo.

Cada uma das perguntas tem uma pontuação padrão de 1.000 pontos, que depende do tempo que o estudante levou para respondê-la e se a resposta estiver correta. Os estudantes serão informados de que devem responder as perguntas com calma, pois nesse instante não está se avaliando a agilidade com que eles marcam uma determinada alternativa, e sim o domínio conceitual e matemático obtido até o momento. Nas perguntas, são abordadas todas as dimensões e objetivos previstos inicialmente no plano de aula do Eixo II.

Ao final do jogo, será apresentado um *podium* com os três estudantes que responderam o maior número de perguntas de forma correta. Essa atividade está demarcada aqui por ser uma forma diferente de verificar indícios de aprendizagem dos estudantes e, também, por ser uma atividade gamificada de competição, recurso que motiva os jovens. O lado positivo dessa abordagem, por meio do Kahoot, é que a competição é saudável e permite ao estudante avaliar a sua caminhada até o momento e poder trabalhar em suas dificuldades. Também, é possível que o professor pesquisador verifique as maiores dificuldades dos estudantes e possa trabalhar em cima delas, para proporcionar uma aprendizagem sólida e significativa dos conceitos e artefatos matemáticos da Eletrodinâmica.

#### 4.3.12 *Décimo segundo e décimo terceiro encontro: Prática Social Final I*

Para iniciar o fechamento desse segundo Eixo, nesses dois encontros será solicitado aos estudantes que retomem, do quarto encontro, suas colocações e propostas de soluções para os problemas de sua realidade e escolham ou proponham uma solução inteligente para alguma situação que acreditam ser muito importante para a sua realidade. Associadas a essa atividade, constam quatro competências que devem ser desenvolvidas ao longo do Ensino Médio, sendo elas:

Elaborar modelos simplificados de determinadas situações, a partir dos quais seja possível levantar hipóteses e fazer previsões. Por exemplo, levantar hipóteses sobre as possíveis causas de interrupção do fornecimento da energia elétrica ou prever o tipo de lentes e a montagem necessária para projetar uma imagem numa tela (BRASIL, 2002, p. 66).

Promover situações que contribuam para a melhoria das condições de vida da cidade onde vive ou da preservação responsável do ambiente, conhecendo as estruturas de abastecimento de água e eletricidade de sua comunidade e dos problemas delas decorrentes, sabendo posicionar-se, argumentar e emitir juízos de valor (BRASIL, 2002, p. 68).

Experimentar pode significar observar situações e fenômenos a seu alcance, em casa, na rua ou na escola, desmontar objetos tecnológicos, tais como chuveiros, liquidificadores, construir aparelhos e outros objetos simples, como projetores ou dispositivos óptico-mecânicos. Pode também envolver desafios, estimando, quantificando ou buscando soluções para problemas reais (BRASIL, 2002, p. 84).

Tendo em vista essa escolha, os estudantes farão a seleção dos materiais a serem usados em sua solução inteligente e farão a respectiva construção. Nesse momento, o pesquisador e os convidados auxiliarão os estudantes na programação e apontarão possibilidades de usos de componentes eletrônicos para a solução imaginada.

#### 4.3.13 *Décimo quarto encontro: Prática Social Final II*

Para fazer o fechamento desse segundo Eixo, nesse encontro será feita a apresentação das soluções inteligentes propostas pelos estudantes. Antes do início das apresentações, os estudantes serão informados de que a aula será gravada e de que ela compõe parte da pesquisa vinculada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, como já havia sido comentado no primeiro encontro da aplicação do Produto Educacional. Para a apresentação, será solicitado aos estudantes que expliquem a sua solução inteligente, as escolhas dos componentes eletrônicos e como foi feita a montagem do circuito. Ao final de cada apresentação será destinado um tempo para que sejam feitas críticas

construtivas sobre as soluções propostas. Associada a essa atividade, tem-se, nos PCNS, a seguinte competência:

Argumentar claramente sobre seus pontos de vista, apresentando razões e justificativas claras e consistentes, como, por exemplo, ao escrever uma carta solicitando ressarcimento dos gastos efetuados nos consertos de eletrodomésticos que se danificaram em consequência da interrupção do fornecimento de energia elétrica, apresentando justificativas consistentes (BRASIL, 2002, p. 64).

## 5 DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo, encontram-se os dados associados à aplicação *in loco* do Produto Educacional intitulado Sequência didática para o ensino de Eletrodinâmica sobre o contexto de Cidades Inteligentes segundo os passos da Pedagogia Histórico-Crítica. Tendo em vista a teoria que forneceu suporte para a sua construção, a teoria da Pedagogia Histórico-Crítica, a análise dos dados se dará em função dos passos, a saber: Prática Social Inicial, Problematização, Instrumentalização, Catarse e Prática Social Final. Para uma melhor organização e apresentação dos dados obtidos, este capítulo será dividido em duas seções (5.1 Eixo I: Internet das Coisas e Cidades Inteligentes e 5.2 Eixo II: Tópicos de Eletrodinâmica), que são derivadas da organização da sequência didática utilizada e que contemplam todos os passos mencionados anteriormente. Para a análise dos dados, foram usados o Diário de Bordo, materiais produzidos pelos estudantes, aulas gravadas e textos extraídos do chat do Hangouts Meet.

Antes de iniciar a descrição, a análise e a discussão dos resultados, será relatado aqui o contexto social do ano de 2020, ano da aplicação do material, e ano em que iniciou a pandemia da *Covid-19*. Esse ano foi atípico, tanto para docentes quanto para estudantes, um momento de se reinventar em aulas remotas, modalidade com a qual os professores, em sua grande maioria, não estavam familiarizados, e os estudantes não estavam acostumados, em sua grande maioria, a serem protagonistas da construção do seu próprio conhecimento. Ressalta-se aqui que, o termo protagonista, previamente utilizado, refere-se à busca individual/coletiva por informações sistematizadas por meio de outras fontes de conhecimento que não seja o professor, considerado ainda hoje como o detentor e transmissor desse conhecimento.

Para a aplicação do Produto Educacional foram escolhidas três turmas do 3º Ano do Ensino Médio noturno, que possuem 79 alunos regularmente matriculados em sua totalidade. As três turmas foram selecionadas levando-se em conta o fato de o pesquisador ser professor das turmas e acompanhar grande parte dos estudantes desde o 1º Ano do Ensino Médio da escola.

Diante do anúncio do início das aulas híbridas<sup>3</sup> em março de 2020, devido à pandemia da *Covid-19*, salienta-se que foi adotada pela escola onde foi aplicado o Produto Educacional a plataforma *Google Classroom*. Também foi informado pela escola, de acordo com instruções da 39ª Coordenadoria Regional da Educação (39ª CRE), que deveriam ocorrer

---

<sup>3</sup> Denominação dada às aulas pela Secretaria da Educação do Estado do Rio Grande do Sul.

momentos síncronos, pelo *Hangouts Meet*, e assíncronos, com atividades pelo *Google Classroom*, atividades que os estudantes podiam realizar sozinhos. A aplicação do Produto Educacional *in loco* seguiu essa estrutura, com momentos síncronos e assíncronos, conforme é apresentado no Quadro 7.

Quadro 7 - Organização dos encontros: atividade desenvolvida e Modalidade

<b>EIXO I: INTERNET DAS COISAS E CIDADES INTELIGENTES</b>		
<b>Atividade</b>	<b>Encontro</b>	<b>Modalidade</b>
Aula gravada pelo Hangouts Meet: Anúncio dos conteúdos: IoT e Cidades Inteligentes Problematização: IoT e Cidades Inteligentes Exposição oral e dialogada: IoT	1	Síncrono
Quadro de benefícios e fragilidades da IoT	2	Assíncrono
Aula gravada pelo Hangouts Meet: Retomada do quadro de benefícios e fragilidades da IoT Exposição oral e dialogada: Cidades Inteligentes	3	Síncrono
Síntese: IoT e Cidades Inteligentes Quadro de compromisso social Proposta da solução inteligente	4	Assíncrono
<b>EIXO II: TÓPICOS DE ELETRODINÂMICA</b>		
<b>Atividade</b>	<b>Encontro</b>	<b>Modalidade</b>
Aula gravada pelo Hangouts Meet: Anúncio dos conteúdos: Tópicos de Eletrodinâmica Problematização: Eletrodinâmica Exposição oral e dialogada: Conceitos iniciais de Eletrodinâmica	5	Síncrono
Aula gravada pelo Hangouts Meet: Exposição oral e dialogada: potência elétrica, energia elétrica consumida, efeitos da corrente elétrica e leis de Ohm	6	Síncrono
Atividade: consumo de energia elétrica em casa Atividades sobre as duas últimas aulas síncronas de Eletrodinâmica	7	Assíncrono
Aula gravada pelo Hangouts Meet: Exposição oral e dialogada: associação em série de resistores	8	Síncrono
Aula gravada pelo Hangouts Meet: Exposição oral e dialogada: associação em série de resistores	9	Síncrono
Atividades: Desafios: Associação em série de resistores	10	Assíncrono
Aula gravada pelo Hangouts Meet: Exposição oral e dialogada: associação em paralelo de resistores	11	Síncrono
Atividades: Desafios: Associação em paralelo de resistores	12	Assíncrono
Aula gravada pelo Hangouts Meet: Kahoot de Eletrodinâmica	13	Síncrono
“Construção” da solução inteligente	14	Assíncrono

Fonte: O autor, 2020.

## 5.1 Eixo I: Internet das Coisas e Cidades Inteligentes

Nesta seção, serão apresentados e comentados os dados obtidos nos dois momentos síncronos e nos dois momentos assíncronos da contextualização inicial sobre IoT e Cidades Inteligentes.

### 5.1.1 Prática Social Inicial

Nesse primeiro encontro foi sinalizado aos estudantes que eles fariam parte de uma pesquisa vinculada ao PPGECM UPF, o qual o docente da disciplina integra como mestrando na área. Em seguida, foi indicado a eles que seriam realizadas algumas atividades um pouco diferentes das quais estão acostumados na escola. Vale ressaltar que o ano letivo de 2020 já vinha em constantes mudanças e atualizações nas formas de ensino devido à pandemia do *Covid-19*.

Para dar início aos estudos da IoT e das Cidades Inteligentes, foi projetado no Meet uma apresentação em PowerPoint, que introduzia esses respectivos temas. Logo de início, já foi questionado aos estudantes se eles já haviam ouvido falar sobre os nomes (IoT e Cidades Inteligentes) que estavam na tela, porém todos os estudantes sinalizaram não terem ouvido falar e não tinham conhecimento sobre os temas. Dessa forma, por não haver contribuições nesse momento inicial, contextualizou-se um pouco sobre os temas, trazendo algumas informações sobre o cotidiano dos estudantes, como os relógios inteligentes, portas automáticas, veículos que conseguem andar sem ter uma pessoa para comandá-los, dentre outros. Segundo Gasparin (2015), é normal que, em um primeiro momento dessa metodologia, os estudantes não tragam contribuições significativas para esse momento inicial, pois eles estão se adaptando a uma nova metodologia de estudo e, o mais importante, a uma metodologia que permite que eles dialoguem com o seu cotidiano, com o conhecimento científico, bem como dialoguem com os outros colegas e o professor em prol da construção do conhecimento.

### 5.1.2 Problematização

Ainda no primeiro encontro, após a contextualização inicial sobre IoT e Cidades Inteligentes e suas aplicações no cotidiano, iniciou-se a problematização, a fim de verificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre o assunto e conhecer as suas visões de mundo. Para esse momento inicial, foram feitas diversas perguntas, que serão analisadas uma a uma abaixo.

A primeira pergunta feita aos estudantes foi “*Quais são as fragilidades da IoT?*”. Em resposta, esperava-se que os estudantes citassem possíveis falhas que todo ecossistema poderia ter, tendo em vista a sua larga aplicação no cotidiano dos estudantes daqui alguns anos. Dois estudantes contribuíram citando que a “tecnologia irá assumir o controle do

mundo” e que os “robôs assumirão os empregos das pessoas”. Observa-se que, nessas duas falas dos estudantes, a preocupação é que ocorra algo parecido com os filmes de ficção científica em que os robôs assumem o controle de tudo que é de nosso comando hoje, ou ainda que a tecnologia fará grande parte das tarefas mecânicas que fazemos hoje e facilitará nossa vida cotidiana. A visão do primeiro estudante nos leva por dois caminhos possíveis. Já o segundo estudante tem uma preocupação maior com o mercado de trabalho em um futuro, ficando subentendido que os robôs trabalharão e as pessoas ficarão desempregadas. Observa-se nessa fala que, por a tecnologia ser algo novo, se conhece pouco sobre a sua aplicação, no caso dos Robôs eles são programados para fazer as tarefas repetitivas e fazê-las bem melhor que o próprio ser humano, porém ao que dá a entender é que de certa forma se tivermos um avanço muito rápido, isso irá assustar algumas pessoas e gerará uma rejeição por parte da população. Por esse motivo, de acordo com a teoria da PHC, os assuntos ligados ao cotidiano dos estudantes devem ser trazidos para dentro de sala de aula para serem desmistificados e compreendidos. E, ainda, por meio de perguntas problematizadoras, possibilitar que o professor conheça as vivências cotidianas e as visões de mundo dos estudantes.

Dando sequência às perguntas, foi feito o questionamento “*Quais são os benefícios que essa tecnologia pode nos trazer?*”. Um dos estudantes sinalizou que as cidades serão mais seguras, tendo em vista toda a infraestrutura que haverá. Esse tópico foi o que mais chamou a atenção do pesquisador, pois até o presente momento se acreditava que os estudantes iriam citar vários pontos positivos, porém, mesmo sendo solicitados benefícios, eles trouxeram outros possíveis problemas da tecnologia, como a falta de energia, que não faria os dispositivos funcionarem e que benefícios e fragilidades têm a mesma proporção, 50% para cada um.

Quanto às perguntas “*Quais as facilidades que essa tecnologia nos traz? De que forma a tecnologia contribuirá para nossa vida diária? É benéfico ter uma cidade inteligente? Como isso influencia a vida das pessoas?*”, mesmo que solicitados pontos a favor da tecnologia, os estudantes ainda continuaram a citar outros pontos desfavoráveis, como as cidades dominadas pela tecnologia. De acordo com um estudante, não haveria mais o contato entre as pessoas; de acordo com outro, os robôs tomarão os empregos das pessoas, seguindo no comentário de que hoje já não tem muito emprego, e que, num futuro, a projeção é de que terá menos ainda. Quanto ao avanço da tecnologia no nosso dia a dia, um estudante comentou que as pessoas serão mais “vadias”. Segundo outro aluno, ele acredita que não há como ter uma cidade dominada pela tecnologia sem a inteligência artificial e ele contextualizou sobre

ela falando que seriam robôs com sentimentos semelhantes aos dos humanos, algo parecido com os filmes em que os robôs tomam conta das cidades.

Em uma análise mais detalhada, percebe-se aqui fortemente a presença de suas vivências e do mundo que os cerca, no qual a tecnologia é vista mais como um ponto negativo do que um ponto positivo e que pode vir, sim, a automatizar e a facilitar várias tarefas cotidianas. Porém, verificou-se nos discursos dos estudantes que há, de certa forma, influência de outras pessoas na construção do modo de eles verem as interações ao seu redor. Afirma-se isso dos estudantes, pois, sendo nativos digitais, esperava-se que eles vissem socialmente as tecnologias emergentes como um facilitador da vida cotidiana e com mais pontos positivos que negativos. Não se descarta, porém, a questão do olhar crítico sobre as situações que lhes são impostas, uma das competências que deve ser desenvolvida ao longo do Ensino Médio de acordo com os PCN<sup>4</sup> e a BNCC<sup>5</sup>. Por isso, novamente, destaca-se a importância de momentos, não isolados, ao longo da trajetória escolar do estudante que lhe permita dialogar sobre situações cotidianas e ainda poder dialogar com essas questões com o conhecimento científico.

Para dar sequência às discussões, foram feitas as perguntas *“As informações armazenadas não podem ser perigosas? Quanto tempo elas ficam armazenadas? Não há risco nesse armazenamento de dados?”*. Percebeu-se que, na fala dos estudantes, ficou expressa uma preocupação quanto à questão de privacidade. De acordo com um aluno, *“outra pessoa não autorizada tendo acesso a determinadas situações se tornará tenso”* (Dados da pesquisa, 2020). Observa-se que, nesse comentário do estudante, por mais que estejamos vivendo uma era de redes sociais, em que é comum postar o que estamos fazendo, onde estamos e com quem estamos, dando acesso a um grande grupo de pessoas, há preocupação com a questão da privacidade. Quanto aos armazenamentos de dados, um dos estudantes sinalizou que, diante da população mundial, hoje não se teria como armazenar esses dados e eles ficarem disponíveis por um tempo indeterminado. Observa-se que, nessa afirmação, o estudante conseguiu reconhecer as limitações de armazenamento de informações que temos hoje e que, mesmo em um futuro mais tecnológico, ainda será uma preocupação o armazenamento de informações.

---

<sup>4</sup> “Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia” (p. 27).

<sup>5</sup> Competência geral 2: “Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas” (p. 11).

Após o diálogo entre todas as perguntas, foi assistido a um trecho da série *Futurama*, para a qual se observou a motivação dos estudantes. Alguns já conheciam a série e acompanhando o chat do *Hangouts Meet* saíram diálogos semelhantes a esses “*Futurama = tudo pra mim*” e “*baita pretensão*” (DADOS DA PESQUISA, 2020). E, observando as câmeras, observou-se que alguns estudantes convidaram outras pessoas para assistirem juntos ao trecho da série. Após esse momento, iniciou-se um novo diálogo com os estudantes, sendo solicitado a eles que falassem sobre o que eles achavam da “pretensão” futurística da série. Um dos estudantes sinalizou que o futuro idealizado na série *Futurama* seria algo um pouco distante, já outro comentou que já existem hoje, em alguns países, como divulgado na mídia, algumas tecnologias semelhantes às da série. Observa-se, nesse momento, que diálogos do conhecimento com filmes/séries que fazem parte do cotidiano dos estudantes acabam por motivá-los a aprender sobre o conteúdo e os convidam a questionar as informações que são colocadas diante deles. Além disso, reforçam o que Saviani (1999) traz em sua teoria, que o estudante é um agente social, ele traz consigo para dentro de sala de aula suas vivências e suas visões de mundo, não é possível isolá-la do sujeito. Considera-se que, claramente, cabe ao docente proporcionar momentos, como a problematização, para que o estudante traga para as discussões do conteúdo o seu cotidiano de forma que, com base nisso, o professor consiga ter, mesmo que de uma forma superficial, subsídios para conhecer a zona de desenvolvimento imediata de seus estudantes.

### 5.1.3 Instrumentalização

No segundo encontro, foi retomado, primeiramente, o tópico de estudo (IoT) e seu objetivo de aprendizagem e, em seguida, foi apresentado um material de IoT, organizado em lâminas do PowerPoint, que consta no Produto Educacional, comentando um pouco sobre o que seria a Internet das Coisas e quais as suas perspectivas futuras. Durante as falas do pesquisador nessa exposição oral e dialogada, foram feitas duas contextualizações remetendo às falas dos estudantes feitas durante a problematização. A primeira foi quanto às pessoas se tornarem “*vadias*”<sup>6</sup>, foi comentado que é uma perspectiva da IoT deixar as pessoas um pouco mais acomodadas, de forma que os trabalhos mecânicos, repetitivos e/ou perigosos sejam desenvolvidos pelas máquinas, cabendo a nós apenas as tarefas criativas e a possibilidade de um tempo maior para descansar e fazer o que gostamos enquanto as máquinas trabalham por nós. Na segunda contextualização, aproveitando o tema relacionado à comodidade, foram

<sup>6</sup> Palavra utilizada pelos estudantes no encontro anterior.

mencionados pelo pesquisador os congestionamentos na cidade de São Paulo, uma realidade apresentada frequentemente nos noticiários, que, por meio da IoT, poderia melhorar o fluxo de veículos e pessoas nessas regiões. Para finalizar esses tópicos gerais da IoT, foi projetado o vídeo *Tecmundo explica: Como Funciona a Internet das Coisas* e antes de finalizar o encontro foram retomadas todas as perguntas associadas à IoT. Observa-se que a problematização, como afirma Gasparin (2015), auxilia na detecção dos conhecimentos prévios dos estudantes, mas também dá indícios aos estudantes sobre o que será abordado durante um determinado período, de forma que eles já saibam o que devem esperar estudar de um determinado tópico. Outro fator bastante enfatizado por Gasparin (2015) é que as perguntas feitas na problematização devem ser retomadas ao longo do processo de aprendizagem, que não sejam algo à parte do conteúdo. Além disso, as perguntas problematizadoras devem balizar o conteúdo, de forma a não frustrar as expectativas dos estudantes quanto à aprendizagem do conteúdo.

No final do segundo encontro, foi explanado pelo pesquisador que, no encontro assíncrono, os estudantes deveriam trazer contribuições sobre benefícios e fragilidades da IoT. Para isso, eles poderiam considerar os elementos estudados em aula ou pesquisar na *internet* por benefícios e fragilidades. Foi falado, também, que essa atividade seria retomada na próxima aula síncrona da disciplina. Depois de finalizada a aula, o pesquisador disponibilizou a aula gravada e os materiais utilizados (Figura 2), assim como a atividade assíncrona (Figura 3), como mostram os registros abaixo.

Figura 2 - Disponibilização da aula gravada de IoT

The image shows a screenshot of a Google Classroom interface. At the top, there is a header with a book icon, the title "1.1 Aula gravada: Internet das Coisas" in blue, and a three-dot menu icon. Below the title, it says "Bruno Reinaldo da Silva • 29 de set. de 2020". The main content area contains three resource cards. The first card is titled "Aula pelo Hangouts Meet - 3..." and is labeled "Vídeo". The second card is titled "Internet das Coisas - Tecmu..." and is labeled "Vídeo do YouTube 1 minuto". The third card is titled "IoT (1).pptx" and is labeled "PowerPoint". Below the resource cards, there is a section titled "Comentários da turma" with a profile picture of a person and a text input field containing "Adicionar comentário para a turma..." and a submit button with a right-pointing arrow.

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Figura 3 - Atividade assíncrona: benefícios e fragilidades da IoT

**1.2 Benefícios e fragilidades da IOT**  
Bruno Reinaldo da Silva · 29 de set. de 2020 Editado às 15 de dez. de 2020

Data de entrega: 5 de out. de 2020 23:59

Olá pessoal, tudo bem? Como comentado em aula disponibilizo para vocês a nossa tabela de benefícios e fragilidades da IOT. Convido a cada um de vocês colocarem suas contribuições na tabela, na semana que vem nós conversaremos sobre ela.  
Obs: Coloquem o nome e turma de vocês ao lado de cada benefício e fragilidade que vocês escreverem  
Ex:  
Comodidade (Bruno - 000)

**IOT**  
Documentos Google

Comentários da turma

Adicionar comentário para a turma...

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

No Quadro 8, abaixo, encontra-se uma compilação de quatro das contribuições dos estudantes na tabela colaborativa, construída colaborativamente num documento Google compartilhado. Para essa seleção, foi considerada a semelhança com as escritas de outros estudantes e o conteúdo da escrita. Em outras palavras, nas contribuições abaixo, consta a essência das escritas de todos os estudantes que contribuíram, considerando as escritas de alguns dos estudantes.

Quadro 8 - Benefícios e fragilidades da IoT

INTERNET DAS COISAS IOT	
Benefícios	Fragilidades
<i>A rápida circulação de informações, deixando pessoas de todo o mundo bem informadas sobre o que acontece num determinado lugar, a geração de empregos (como blogueiros, técnicos em internet etc.), oportunidade de conhecimento, facilitação dos estudos e outras. (A1)</i>	<i>Entre os malefícios da Internet estão a facilidade de se praticar Bullying virtual, compartilhamento de fotos e vídeos que podem difamar a imagem de alguém, o vício em redes sociais e até mesmo a depressão. (A1)</i>
<i>Melhorias no sistema de saúde, com mais dispositivos médicos conectados. Assim a coleta de dados do paciente poderia ser feita na ambulância durante o caminho ao hospital e, ao chegar, suas informações já estariam lá, agilizando o atendimento. (A2)</i>	<i>Ataques e o acesso a informações privadas por hackers e pessoas mal-intencionadas. (A2)</i>
<i>A automatização elimina a necessidade de uma série de intervenções humanas. Por meio dos comandos do sistema, as máquinas podem produzir 24 horas por dia sem interrupções. Dessa forma, os colaboradores ficam livres para realizar tarefas mais estratégicas para os negócios, contribuindo para o aumento da produtividade. (A3)</i>	<i>Um das maiores fragilidades é que acabaria gerando muitos desempregos, e muitas famílias poderiam passar por necessidades. (A3)</i>
<i>É muito utilizada hoje, como ferramenta de trabalho, os dispositivos de IoT registram e transferem dados para monitorar processos importantes, fornecem novos insights, aumentam a eficiência e permitem que as empresas tomem decisões mais com base em informações, facilidade de acesso. (A4)</i>	<i>Alguns dos malefícios são, primeiramente, a dependência da mesma tecnologia, sedentarismo, a perda de trabalho para as pessoas, e a criação de armas de destruição. (A4)</i>

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Quanto aos benefícios da IoT, observa-se nas escritas dos estudantes elementos sociais que estão em ênfase atualmente: trabalho (geração de emprego e produtividade) e saúde. Já, quanto às fragilidades, foram apontados problemas relacionados à privacidade, ao desemprego e ao sedentarismo. Observa-se, aqui, que os estudantes trouxeram os mesmos elementos da problematização, porém mais sistematizados e embasados teoricamente tendo em vista os diálogos na aula de IoT e as pesquisas realizadas para a construção da tabela colaborativa. Quanto ao desenvolvimento desse tipo de atividade, observou-se que não houve problemas em sua execução, por exemplo, os estudantes não apagaram as contribuições dos colegas. Também se observou um cuidado dos estudantes em não escrever a mesma contribuição que os outros já haviam colocado em linhas anteriores. Nesse sentido, ressalta-se que o objetivo dessa atividade, assim como um dos compromissos da escola sinalizado na BNCC, era na perspectiva de “promover a aprendizagem colaborativa, desenvolvendo nos estudantes a capacidade de trabalharem em equipe e aprenderem com seus pares” (BRASIL, 2018, p. 465).

Na sequência, na análise da tabela, na aula síncrona, houve pouca contribuição dos estudantes. Por esse motivo, a análise é feita com base em duas perguntas previstas, associadas aos temas mais comentados pelos estudantes na tabela de benefícios e fragilidades da IoT, descritas na sequência didática. A primeira pergunta feita pelo pesquisador aos estudantes foi “Em que aspectos a IoT melhorará a vida das pessoas? E a saúde?” e a segunda “As residências sendo automatizadas não há a possibilidades de Hackers terem acesso as suas informações?”

Para essa primeira pergunta, uma das alunas contextualizou quanto a uma medicação que lhe era ministrada, quando internada em um hospital, por meio de uma máquina que, a cada intervalo de tempo pré-determinado, injetava uma quantidade correta de medicação na corrente sanguínea. Ainda associado à primeira pergunta, outra estudante respondeu às duas perguntas fazendo uma contextualização quanto ao tempo de a máquina ser diferente do nosso tempo, também sinalizou a importância da alimentação saudável e disse “*o nosso organismo é diferente do organismo de uma máquina, o organismo de uma máquina retorna a funcionar com uma pilha, o nosso não*” (A1 em Diário de Bordo). Isso foi observado na fala de outra estudante, que afirmou que as pessoas já estão sedentárias; segundo ela, a tecnologia hoje não é tão grande assim e fez uma projeção imaginando que as pessoas do futuro serão mais sedentárias. Observa-se nessas falas que as estudantes veem, sim, a tecnologia da IoT como positiva para a sociedade de uma forma geral, porém é necessário um cuidado das pessoas quanto à saúde, pois, como a estudante falou, a saúde humana é diferente da das máquinas.

Também, observa-se, nas contextualizações das estudantes, que elas já compreenderam o conceito da IoT e já conseguem transpor esse conhecimento para o seu cotidiano. Segundo os PCNS,

a construção de um conceito passa por uma etapa intuitiva, mais subjetiva, voltada para a experiência pessoal; uma etapa representacional, na qual existem possibilidades de se fazer análises um pouco mais objetivas e, finalmente, uma etapa conceitual, na qual, por meio da linguagem, o pensamento do aluno alcança níveis mais objetivos e generalizadores que permitem aplicar o conhecimento a novas situações. (Brasil, 1999, p. 54-55).

Para a segunda pergunta, uma das alunas sinalizou sobre a sua preocupação quanto à instalação de atualizações e ao vazamento de informações do que acontece em uma casa. Observa-se, como enfatizado em momentos anteriores, que uma das preocupações dos estudantes é quanto à privacidade dos seus dados.

Após essa conversa inicial, o pesquisador retomou o tópico de estudo Cidades Inteligentes e seu respectivo objetivo de aprendizagem. Segundo a descrição dos encontros, a previsão era que um especialista, da área de estudo, tivesse um breve diálogo com as turmas, porém não foi possível devido às instabilidades do momento, como o retorno às aulas presenciais na rede estadual de ensino. Por isso, para esse momento, foi utilizado o material em PowerPoint que consta no Produto Educacional. Durante a exposição oral e dialogada do pesquisador, deu-se ênfase ao momento vivenciado no ano de 2020, a pandemia da *Covid-19*. Tendo em vista que a maioria dos estudantes faz uso do transporte público municipal, foi comentado sobre a possibilidade de um ônibus inteligente que previne a aglomeração de pessoas e a consequente transmissão do vírus. Tendo em vista essa última sentença, também foi comentada pelo pesquisador a possibilidade de isso ser aplicado às cidades também, com uso de sensores que detectam uma aglomeração e dão um alerta no celular das pessoas que estão chegando até o local.

Antes de findar esse encontro síncrono, o pesquisador explicou aos estudantes as próximas atividades a serem desenvolvidas de forma assíncrona. Essas atividades são a síntese, o quadro de compromisso social e a proposta da solução inteligente. Também, devido ao momento atípico vivenciado, foi acordado entre docente e estudantes um prazo de 14 dias para a realização e entrega das atividades, proposta essa que foi aceita por todos. Ao fim dessa aula, foi disponibilizada a aula gravada (Figura 4) e as instruções para a realização das atividades.

Figura 4 - Disponibilização da aula gravada de Cidades Inteligentes

**1.3 Aula gravada: Cidades Inteligentes**  
Bruno Reinaldo da Silva • 6 de out. de 2020

O que é uma cidade inteligente...  
Vídeo do YouTube 3 minutos

Cidades inteligentes.pptx  
PowerPoint

Aula pelo Hangouts Meet - 3...  
Vídeo

Comentários da turma

Adicionar comentário para a turma...

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

#### 5.1.4 Catarse

Para a síntese dos conteúdos, de acordo com a Figura 5, foi disponibilizado no *Google Classroom* um documento Google para cada um dos estudantes construírem sua síntese e fazer o envio para o professor. Alguns dos estudantes optaram por enviar registros fotográficos das suas sínteses em seus cadernos.

Figura 5 - Atividade assíncrona: Síntese da IoT e Cidades Inteligentes

**1.4 Síntese IoT e Cidades Inteligentes**  
Bruno Reinaldo da Silva • 6 de out. de 2020 Editado às 15 de dez. de 2020

Data de entrega: 20 de out. de 2020

Construir uma síntese de no máximo 1 página sobre o que foi estudado até o momento.  
**IMPORTANTE:** Uma síntese é um pequeno texto que contempla as principais ideias/tópicos.  
 A atividade pode ser feita em grupos de no máximo 4 integrantes.  
 Obs: Caso seja feito em grupo, sugiro compartilhar entre vocês o arquivo e assim que concluírem um envia com o nome de todos e os demais marcam a atividade como concluída.

Documento sem título  
Documentos Google

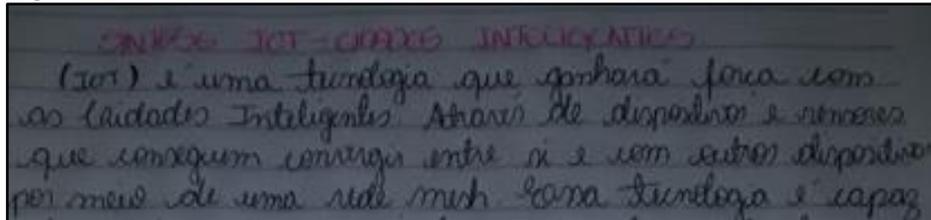
Comentários da turma

Adicionar comentário para a turma...

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

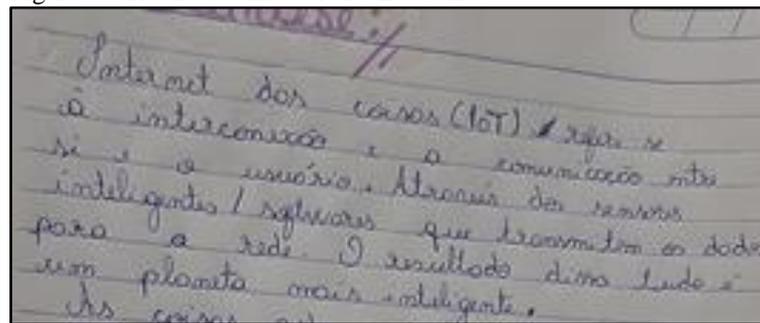
Abaixo são apresentados alguns trechos das sínteses dos estudantes (Figuras 6 a 8) e as respectivas dimensões que foram abordadas em seus relatos. As dimensões trabalhadas nesse primeiro Eixo foram: conceitual, científica, tecnológica, social, econômica, legal e ética. No registro, observa-se que as estudantes trouxeram as dimensões conceitual, científica e tecnológica.

Figura 6 - Trecho da síntese IoT - Estudante



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Figura 7 - Trecho da síntese IoT - Estudante



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

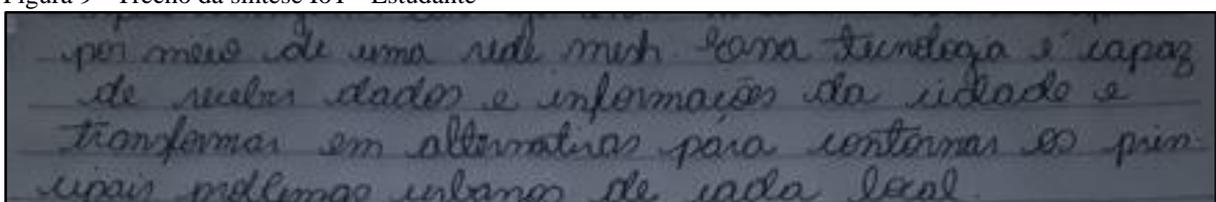
Figura 8 - Trecho síntese IoT - Estudante

A Internet das coisas se refere a um sistema no qual os objetos estão interligados por meio de antenas, chips e sensores e têm completa ligação com as Cidades Inteligentes. Estas cidades são formadas basicamente pela Internet das Coisas [...]

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

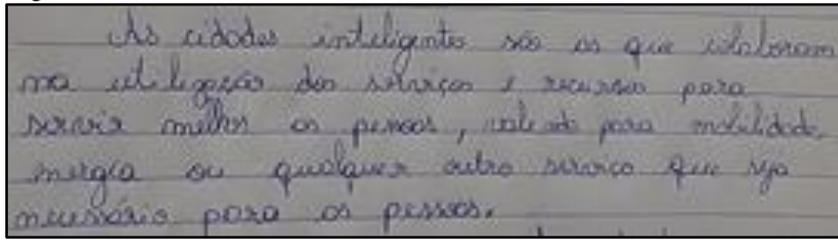
Nas escritas seguintes (Figuras 9 a 11), percebe-se a presença da dimensão social e econômica.

Figura 9 - Trecho da síntese IoT - Estudante



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Figura 10 - Trecho da síntese IoT - Estudante



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Figura 11 - Trecho da síntese IoT - Estudante

*[...] tudo gira em torno dela pois ela conecta todos os "setores" da sua vida, auxiliando para que ela seja mais fácil e menos estressante. Uma Cidade Inteligente demandaria menos atenção às atividades cotidianas, por exemplo fazer compras. Outro fator é a melhoria qualidade de vida, porque relógios e pulseiras poderiam controlar seus batimentos, pressão, entre outros.*

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

E, no registro seguinte (Figura 12), percebem-se as dimensões ética e legal.

Figura 12 - Trecho da síntese IoT - Estudante

*Porém também possui seus lados negativos, podendo não ser totalmente segura por ter todas as suas informações e estar "aberta" para hackers. Do mesmo modo que nos deixaria mais dependente das tecnologias e menos "exercitados" para situações naturais cotidianas.*

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Observa-se que, na maioria dos relatos dos estudantes, como nesses apresentados acima, foram apresentadas quase todas as dimensões do campo de estudo. As únicas dimensões que apareceram em quantidade mais reduzida nas sínteses dos estudantes foram as dimensões ética e legal. Acredita-se que as dimensões ética e legal não foram muito abordadas porque foram pouco trabalhadas ao longo dos encontros, e o interesse dos estudantes estava focado, como já comentado, em emprego, saúde, privacidade e qualidade de vida.

### 5.1.5 Prática Social Final

Para o preenchimento do quadro de compromisso social, foi disponibilizado, no *Google Classroom*, um documento Google para que cada um dos estudantes construísse sua síntese e enviasse para o professor. As instruções fornecidas constam na Figura 13.

Figura 13 - Atividade assíncrona - Quadro de compromisso social

**1.5 Quadro de Compromisso social**  
Bruno Reinaldo da Silva · 6 de out. de 2020 Editado às 15 de dez. de 2020

Data de entrega: 20 de out. de 2020

Pessoal, chegamos no final do nosso primeiro eixo: Internet das Coisas e Cidades Inteligentes. Agora é a hora de nos desafiar a pensar sobre como usaremos esse conhecimento para o nosso cotidiano. Para isso convido-os a preencher o quadro de compromisso social. Nele vocês devem definir a "Nova Atitude Prática: Intenções" (O que vocês pretendem fazer de diferente ou melhorar daqui para frente?) e a cada uma que vocês elencarem definir uma "proposta de ação" (Como conseguirei mudar tal hábito ou melhorar, tendo em vista o conteúdo que estudei). Parece difícil em um primeiro momento por não estarmos acostumados em pensar como usaremos os conhecimentos para o nosso dia-a-dia, para dar um impulso inicial, disponibilizei um quadro exemplo para vocês terem como base e na página seguinte um quadro para vocês preencherem (Sugestão: no mínimo 2 compromissos sociais e 2 propostas de ações).  
OBS: Não há correto ou incorreto nessa tarefa, pois cada um de nós tem as nossas necessidades cotidianas e nossos hábitos.

Documento sem título  
Documentos Google

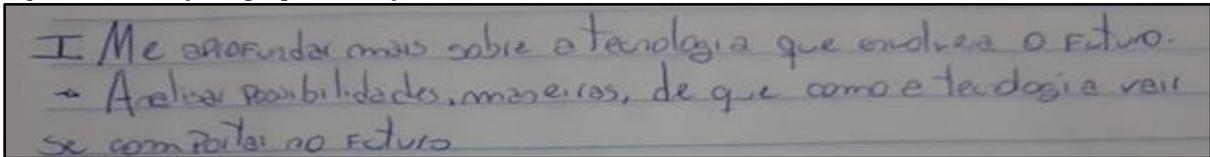
Comentários da turma

Adicionar comentário para a turma...

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Alguns dos estudantes optaram por enviar registros fotográficos do seu quadro de compromisso social registrado em seus cadernos. Seguem alguns dos registros dos compromissos sociais dos estudantes (Figura 14 e Quadros de 9 a 11).

Figura 14 - Intenção e proposta de ação - Estudante



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Quadro 9 - Intenção e proposta de ação - Estudante

Nova Atitude Prática: Intenções	Proposta de ação
Utilizar aparelhos e aplicativos já existentes para melhorar o bem-estar e a qualidade de vida.	Organizar e planejar alimentação (aplicativos que acompanham as refeições por meio de registro de fotos), horas e qualidade de sono (é possível acompanhar o sono pela pulseira-relógio Xiaomi Mi Band), fazer exercícios (aplicativos que disponibilizam treinos com o próprio corpo e com objetos que você tenha em casa), entre outros.

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Quadro 10 - Intenção e proposta de ação - Estudante

Nova Atitude Prática: Intenções	Proposta de ação
Analisar melhor as ferramentas disponíveis das tecnologias.	Aprender a utilizar as oportunidades que elas dispõem.

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Quadro 11 - Intenção e proposta de ação - Estudante

Nova Atitude Prática: Intenções	Proposta de ação
Avaliar sempre as tecnologias quanto à segurança pessoal.	Ter cuidado ao compartilhar informações pessoais e fotos devido à possibilidade de ser hackeado.

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Nesses quadros é possível observar o mesmo enfoque dado na problematização pelos estudantes e, ao longo de todo o estudo da IoT e das Cidades Inteligentes: a questão do emprego, saúde, privacidade e qualidade de vida. Ressalta-se que o momento atual vivido pelos estudantes teve impacto direto de como se deu o desenvolvimento das atividades didáticas e no aparecimento das dimensões em suas propostas. Segundo Gasparin (2015, p. 38), as dimensões sociais são as “múltiplas faces” dos conteúdos escolares, ou seja, um conteúdo não é isolado, ele está envolto em uma realidade social.

Além da construção do quadro de compromisso social pelos estudantes, em pequenos grupos eles deveriam propor uma possível solução inteligente para algum problema do seu cotidiano (Figura 15). Abaixo são apresentadas três das soluções propostas, sendo que elas abordam os temas sociais que circundaram os debates, como comentado no parágrafo anterior.

Figura 15 - Atividade assíncrona - solução inteligente

**1.6 Solução inteligente (Atividade em grupos de no máximo 4 integrantes)**

Bruno Reinaldo da Silva • 6 de out. de 2020 Editado às 15 de dez. de 2020

Data de entrega: 20 de out. de 2020

Pessoal, agora é o momento de verificarmos quais são os problemas estruturais que verificamos em nosso cotidiano. Para essa atividade vocês devem elencar os problemas na estrutura física da sua cidade que você acredita que podem ser solucionados e escolha 1 deles e proponha uma solução inteligente, ou seja que use os conhecimentos que conversamos em nossa aula síncrona. A solução deve ser criativa e que possa ser executada, não tem problema se em um primeiro momento ela pareça inviável. Guarde todas as ideias conversadas, usaremos elas em um momento posterior.

A atividade pode ser feita em grupos de no máximo 4 integrantes, o registro dos problemas e soluções deve ser feito no documento abaixo.

IMP: Um integrante do grupo posta a atividade como o nome de todos e os demais marcam a atividade como concluída.

Na nossa cidade temos vári...  
Documentos Google

Comentários da turma

Adicionar comentário para a turma...

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

**Problema escolhido:** Desemprego

**Solução:** Dentre as medidas de combate ao desemprego mais citadas pode-se enumerar: facilitação do consumo e do crédito, incentivo ao investimento privado, implementação de políticas fiscais e monetárias adequadas, aumento das despesas públicas (com ampla utilização do Estado como empregador e com o desenvolvimento de políticas sociais do tipo auxílio desemprego), flexibilização do mercado de trabalho, redução da jornada de trabalho, trabalho de tempo parcial, licenças remuneradas, restrição às horas extras, trabalho compartilhado, treinamento e requalificação de recursos humanos, além de outras possibilidades.

**Problemas:** Pensamos em vários problemas relacionados à saúde, como a falta de médicos, a qualidade dos atendimentos, a falta de medicamentos (bem como o aviso equivocado sobre a disponibilidade) e de precisão para os diagnósticos.

**Soluções:** Ao debater como podemos melhorar isso tudo, surgiram duas ideias que se complementam: um aplicativo e uma pulseira pessoal. O aplicativo seria uma versão mais completa e definitiva do que este que o estado do Rio Grande do Sul criou para as pessoas que estão com suspeita de Covid-19. Ele possibilitaria que as informações fossem programadas e o paciente selecionaria todos os seus sintomas e para não ficar de modo geral, pois assim poderia ser várias doenças com sintomas parecidos, ele faria um processo de filtro e especificações de cada sintoma. A partir disso, o aplicativo sugeriria o que ele poderia ter e já qual medicamento tomar. Desta forma, o paciente verificaria também se o medicamento está disponível na farmácia popular e, caso não esteja, conseguiria encomendar e agendar para buscar. O aplicativo avisaria quando chegasse, pela possibilidade de ser antes do previsto. O aplicativo funcionaria juntamente com a pulseira, porque assim, os dados do paciente seriam mais completos ainda. Ela seria disponibilizada pelo governo e contaria com opções de notificações do aplicativo. Além disso, disponibilizaria todos os seus dados como batimentos cardíacos, temperatura, peso, altura, pressão e entre outros aspectos. Todos atualizados para garantir mais excelência na hora do diagnóstico.

Nas três soluções apresentadas acima, os estudantes estão, de uma forma geral, se colocando como sujeitos ativos na realidade em que se encontram. Eles verificaram os problemas sociais ao seu redor e estão imaginando uma possível solução tendo em vista os conhecimentos adquiridos. E esse é um dos propósitos dos PCNS, BNCC e da PHC, que visam a que os estudantes não só tenham acesso às informações sistematizadas, como façam uso delas em seu dia a dia. É possível constatar, portanto, que, quando os conhecimentos são dialogados com o cotidiano do estudante, eles se tornam significativos. Também é possível verificar que o objetivo de aprendizagem do 1º Eixo (Reconhecer as Cidades Inteligentes como sendo uma aplicação da Internet das Coisas percebendo as comodidades que ela vem trazendo para a vida moderna) foi atingido.

## 5.2 Eixo II: Tópicos de Eletrodinâmica

Nessa seção, serão apresentados e comentados os dados obtidos nos momentos síncronos e nos momentos assíncronos do estudo dos tópicos de Eletrodinâmica.

### 5.2.1 Prática Social Inicial

Para iniciar o primeiro encontro síncrono do estudo dos tópicos de Eletrodinâmica e o quinto encontro da aplicação do Produto Educacional, foi projetada no Hangouts Meet uma apresentação em PowerPoint, a qual trazia o título, o objetivo geral e os objetivos específicos de aprendizagem de cada um dos tópicos que foram estudados ao longo da implementação da sequência didática. Nesse momento inicial, foi comentado pelo pesquisador que *“os tópicos que serão estudados aqui são um suporte da IoT e das Cidades Inteligentes, em outras palavras, são os conhecimentos técnicos que estão por trás dos temas estudados anteriormente”*. Em seguida, foi feita a leitura e breves comentários sobre os objetivos a serem atingidos ao longo desse estudo. Segundo Gasparin (2015), é importante situar o estudante quanto aos tópicos que serão estudados em uma determinada unidade, pois essas pistas dadas pelo professor constituem um parâmetro para o estudante, fornecendo subsídios para que ele saiba o que deve esperar sobre o conteúdo. Como foram apresentados doze tópicos de estudo, o pesquisador comentou: *“Não se apavorem com o número de tópicos que temos que estudar e com o tempo que temos, à medida que formos estudando os tópicos, vocês perceberão que eles fluem rapidamente”*. Nesse momento inicial, assim como no da Prática Social Inicial da seção anterior, não houve contribuições dos estudantes. Acredita-se que essa ausência de comentários dos alunos sobre o que irão estudar deve-se ao fato de que o conteúdo a ser estudado é algo mais técnico, abstrato e, de certa forma, um pouco distante do cotidiano dos estudantes.

### 5.2.2 Problematização

Ainda no quinto encontro, após situar os alunos sobre o que seria estudado e quais são os objetivos de aprendizagem dos conteúdos, iniciou-se a problematização. Nesta, foram abordadas as dimensões conceitual, científica, econômica e social/tecnológica. Nas duas primeiras dimensões, como envolviam conhecimentos técnicos e bem específicos da Eletrodinâmica, houve pouca participação dos estudantes. Já, nas duas últimas, como envolviam tópicos do cotidiano dos estudantes ou que eles já haviam estudado em momentos anteriores, houve mais manifestações sobre os conteúdos a serem estudados. Para esse momento, foram feitas perguntas, sendo que algumas delas serão analisadas uma a uma, abaixo. A seleção das perguntas para análise levou em consideração a participação dos estudantes.

Um dos questionamentos feito aos estudantes foi “*o que é intensidade da corrente elétrica?*”. Uma das alunas falou que “*São cargas elétricas em um condutor, por exemplo, cargas elétricas passando em um poste de luz*”. Outro aluno complementou a fala da colega, citando exemplos “*Corrente elétrica que passa por uma lâmpada, fiação elétrica e celular*”. Observa-se, na fala da primeira estudante, que ela consegue definir intensidade da corrente elétrica, porém ele é um conceito classificado como caótico para Saviani (1999). Segundo Gasparin (2015), isso é extremamente normal, pois é assim que os conceitos dos estudantes chegam em sala de aula, sendo a função do docente ajustar essa visão caótica para uma mais organizada e sistematizada. Quanto aos exemplos citados pelos estudantes é possível constatar que eles já conseguem identificar com clareza, em seu cotidiano, possíveis situações em que há a passagem de corrente elétrica por um condutor.

Outra pergunta feita aos estudantes foi quanto à possibilidade de prever o consumo de energia elétrica mensal de uma residência. A mesma estudante que fez o primeiro comentário da pergunta anterior disse que “*por meio de uma média de consumo mensal de cada equipamento é possível determinar o consumo de uma residência*”. Observa-se que, nessa fala da estudante, não fica tão clara a forma como seria calculada aproximadamente a média desses valores. Observa-se nessa situação, como na comentada no parágrafo anterior, que a estudante já tem uma ideia, mesmo que caótica, de como é possível fazer a determinação do consumo de energia elétrica mensal de uma residência. O que falta nesse momento inicial é fornecer subsídios para os estudantes, para que eles consigam identificar quais instrumentos (valores) usaram para poder fazer essa aproximação. Ainda associada ao tema, a pergunta seguinte tinha como centro dos diálogos a escolha do equipamento mais econômico e se isso era levado em consideração pelos estudantes quando eles compravam um equipamento eletrônico. Um dos estudantes citou um exemplo para responder à pergunta, afirmando que “*um micro-ondas; tem micro-ondas que consome mais que outros, poucas pessoas vão pela economia do equipamento, vão mais pela qualidade*”. Observa-se, na fala do estudante, que o fator economia não está associado à qualidade do equipamento. Também, é possível observar que, na hora da compra do equipamento, o estudante não leva em consideração a economia do equipamento, mas sim todos os recursos que o equipamento vem a oferecer.

### 5.2.3 Instrumentalização

Ainda no quinto encontro, iniciou-se o estudo sobre os conceitos e aplicações da Eletrodinâmica. Para iniciar a formulação dos conceitos, os estudantes foram convidados a

identificar, em oito circuitos pilha-fio-lâmpada, as possíveis situações em que a lâmpada acenderia. Nesse primeiro momento, observou-se que os estudantes apresentaram dificuldades para identificar quais os circuitos funcionariam, dois estudantes até citaram dois circuitos em que a lâmpada acenderia, porém nenhum dos citados acenderia. Ao observar a dificuldade dos estudantes nessa identificação, foi compartilhada na tela do Hangouts Meet a estrutura de uma lâmpada. Então o pesquisador comentou que uma lâmpada possui dois polos, um negativo e outro positivo. Para ela funcionar, um dos polos deve estar conectado a um polo da pilha e o outro polo deve estar ligado em outro polo da pilha.

Após essa breve explicação, retornou-se a projetar os oito circuitos e os estudantes conseguiram elencar, com precisão, em quais dos circuitos a lâmpada acenderia. Surgiu apenas uma dúvida por parte dos estudantes quanto à inversão dos polos da pilha, se isso afetaria ou não o funcionamento da lâmpada. Porém, após o pesquisador comentar que a lâmpada funcionaria da mesma forma, os estudantes elencaram todas as situações com ligações invertidas às elencadas em momentos anteriores. Nessa primeira atividade, já é possível perceber indícios de formação de conceitos e de aplicação direta desse conhecimento em situações semelhantes. Segundo Gasparin (2015), a construção do conhecimento se dá durante todos os passos da PHC, cada passo terá sua contribuição para a formação de um conceito. Ao final do encontro, foi disponibilizada a aula gravada, juntamente dos materiais utilizados na aula (Figura 16).

Figura 16 - Disponibilização da aula gravada dos primeiros conceitos de Eletrodinâmica

**1.7 Aula gravada do dia 20/10 - Intensidade da corrente elétrica, corrente contínua e alternada, sentido real e convencional**

Bruno Reinaldo da Silva • 20 de out. de 2020

**Eletrodinâmica.pptx**  
PowerPoint

**Aula pelo Hangouts Meet - 3...**  
Vídeo

Comentários da turma

Adicionar comentário para a turma...

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

No sexto encontro, iniciou-se retomando os conceitos estudados no encontro anterior. Em seguida, projetou-se uma conta de eletricidade de uma residência do município. Essa ação teve por finalidade aproximar ainda mais os conteúdos do cotidiano dos estudantes, pois, segundo Saviani (1999), os sujeitos são agentes sociais. Após alguns comentários gerais quanto às informações que constam na conta, foram feitas algumas perguntas aos estudantes, a fim de verificar se eles sabiam o significado de cada um dos itens cobrados mensalmente na sua residência. A primeira pergunta feita foi quanto à origem do valor da energia elétrica consumida. Um estudante respondeu associando ao “*custo de produção de energia*”. Observa-se que, pela fala do estudante, ele tem conhecimento de que, em alguns momentos do ano, o custo de energia é um (sem bandeiras tarifárias) e que em outros momentos é outro (com bandeira tarifária). Ainda associado ao tema, os estudantes foram questionados quanto ao ICMS, Confins e Pis/Pasep, se eles tinham conhecimento sobre o que seria cada um e por que eles eram cobrados. Aqui, destaca-se que essa “conversa” proporcionou aos estudantes poderem compreender mais sobre os impostos, quanto a sua decorrência, destinação e a importância desses valores cobrados. Como resposta à pergunta, um dos alunos comentou que “*São impostos, porém não sei o significado de cada um*”; observa-se que, superficialmente, o estudante tem conhecimento sobre o tema, porém não o suficiente para lhe fornecer subsídios para questionar as coisas que estão ao seu redor.

Segundo os PCNs, a Física tem um caráter de “formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade” (BRASIL, 1999, p. 60). Ou seja, para questionar a realidade a sua volta e intervir tendo posse do conhecimento científico. Após a explicação do significado de cada uma das siglas e do porquê de esses impostos serem cobrados, o pesquisador questionou se os estudantes achavam justo o valor pago nesses impostos. O mesmo estudante que contribuiu na pergunta anterior disse “*Claro que não, isso é um roubo, ainda mais com uma coisa que é tão importante (eletricidade) tanto para as empresas, quanto para as pessoas, seja para produzir ou sei lá. E com certeza o governo não precisaria arrecadar tanto, porque olha os gastos que eles fazem desnecessários, os próprios políticos, o próprio poder judiciário com altos salários. Alguém sempre paga a conta e a gente paga essa conta pelos impostos*”. Após esses diálogos, foi explicado o conceito de potência elétrica, mencionando que todos os equipamentos elétricos possuem essa informação em uma etiqueta. Em seguida, foi explicada a forma como se calcula a energia elétrica consumida; para esse momento, foram feitos alguns cálculos hipotéticos para determinar a energia consumida de um determinado equipamento, tendo em vista o seu tempo de uso. Durante a resolução dos exemplos, alguns estudantes

auxiliaram o docente e sinalizavam ser de fácil resolução e, por vários momentos, houve falas como “*é só isso?!*” e “*não vai complicar depois?*”.

Em seguida, ainda no sexto encontro, ao estudar a primeira lei de Ohm, após a exposição oral e dialogada, resolveram-se alguns exemplos associados ao conteúdo visto teoricamente. Nesses exemplos, priorizou-se a representação gráfica (diferença de potencial *versus* intensidade da corrente elétrica), por acreditar ser mais significativa e possibilitar aos estudantes visualizarem a relação de proporcionalidade existente entre as grandezas resistência elétrica, diferença de potencial e intensidade da corrente elétrica. Durante as resoluções dos primeiros exemplos, observou-se um pouco de dificuldade por parte dos estudantes, porém, à medida que novos exemplos foram sendo realizados espontaneamente, os estudantes se prontificavam na resolução, apresentando resoluções corretas. Para reforçar o conceito de que a diferença de potencial é diretamente proporcional à intensidade da corrente elétrica, usou-se o simulador Lei de Ohm<sup>7</sup> da plataforma PHET. Em um primeiro momento, deixou-se a resistência constante e variou-se a diferença de potencial e, em um segundo momento, manteve-se a tensão constante e variou-se a resistência elétrica. Para o estudo da 2ª Lei de Ohm, como observou-se uma receptividade dos estudantes aos simuladores, o que parecia motivá-los (Diário de Bordo, 2020), utilizou-se o mesmo recurso para a apresentação dessa lei. O simulador utilizado foi o Resistência em um condutor<sup>8</sup>, da plataforma PHET. Nele também foi feita a análise de proporcionalidade entre as grandezas. Nesse momento, não houve manifestações dos estudantes, acredita-se que pelo fato de o conteúdo ser mais técnico e um pouco distante do cotidiano dos estudantes. Antes de finalizar a aula, foram explicadas para os estudantes as atividades assíncronas a serem realizadas: atividades de sistematização e consumo de energia elétrica em casa. E, em seguida, foi disponibilizada a aula gravada, como mostra a Figura 17.

---

<sup>7</sup> Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/ohms-law>>. Acesso em: 27 out. 2020.

<sup>8</sup> Disponível em: <<https://phet.colorado.edu/pt/simulation/resistance-in-a-wire>>. Acesso em: 27 out. 2020.

Figura 17 - Disponibilização da aula de energia consumida e leis de Ohm

**1.8 Aula gravada do dia 27/10/2020: Energia consumida e Leis de Phm**  
Bruno Reinaldo da Silva · 29 de out. de 2020

Pessoal, estou compartilhando a nossa aula gravada, os simuladores que usamos e um vídeo complementar (vale a pena assistir)

- Leis de Ohm.docx  
Word
- Eletrodinâmica (1).pptx  
PowerPoint
- Aula pelo Hangouts Meet - 3...  
Vídeo
- Lei de Ohm  
<https://phet.colorado.edu/sims/...>
- Resistência em um Fio  
<https://phet.colorado.edu/sims/...>
- AULA 17 DE ELETRICIDADE - ...  
Vídeo do YouTube 5 minutos

Comentários da turma

Adicionar comentário para a turma...

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

No sétimo encontro, foram disponibilizadas três pequenas atividades associadas aos dois últimos encontros. Abaixo serão apresentadas, uma a uma, as instruções fornecidas para os estudantes e as respectivas respostas deles para cada uma das atividades. A primeira tarefa a ser feita foram as “atividades de sistematização”, como mostrado na Figura 18, que trazem perguntas teóricas (1 e 2) e de aplicação de conhecimentos teórico e matemático (3, 4 e 5).

Figura 18 - Atividades de sistematização - primeiros conceitos de Eletrodinâmica

**1.9 Atividades de sistematização**  
Bruno Reinaldo da Silva · 29 de out. de 2020 Editado às 15 de dez. de 2020

Data de entrega: 10 de nov. de 2020 23:59

Responda as perguntas abaixo (anexar foto com as resoluções - no máximo 2 fotos)

- 1- É comum observarmos pássaros que pousam em um fio da rede elétrica e não levam choque, porém o mesmo não ocorre se ele encostar em dois fios de diferentes potenciais. Explique por que há essa diferença.
- 2- Considere que em um dia seco você fez uma longa viagem de carro, ao sair do veículo você leva um pequeno choque. Estime aproximadamente a corrente elétrica que você ficou sujeito.
- 3- Uma pessoa que sofre uma descarga elétrica de intensidade 25 mA tem a corrente elétrica atravessada o cérebro provocando uma parada respiratória. Qual a carga elétrica e a quantidade de elétrons que atravessou a pessoa nessa situação?
- 4- Em uma residência, uma lâmpada externa fica ligada cerca de 10 horas por dia. Qual é o consumo mensal dessa lâmpada sabendo que ela possui uma potência de 100W?
- 5- Caso a lâmpada da atividade anterior fosse substituída por uma de 60W, quantos dias de uso ela consumiria a mesma quantia que a de 100 W consome em um mês?

Comentários da turma

Adicionar comentário para a turma...

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Na primeira pergunta, a grande maioria dos estudantes respondeu algo semelhante às respostas citadas abaixo (Figuras 19 a 21).

Figura 19 - Resolução - estudante

Se tocar um dos pés de um mesmo fio conclui-se que a diferença de potencial entre os pés do pássaro, por um fio e outro, não ocorre. Logo esse animal encontra-se em outro objeto próximo, como outro fio, o resultado será uma descarga elétrica.

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Figura 20 - Resolução - estudante

1) Quando o passarinho encontra as patas no mesmo fio, ele não toma choque por que a diferença de potencial elétrica é a mesma, porém, se ele encontrar em outro fio isso mudará, pois a diferença de potencial elétrica será diferente, eletrificando-o.

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Figura 21 - Resolução - estudante

*A diferença de potencial produzida entre os pés dos pássaros é baixa. Para que ocorra choque é necessária uma diferença de potencial entre dois pontos. Quando um pássaro pousa no fio, a distância entre os dois pés é muito curta e ele não toca em nenhum outro objeto e, por isso, não há formação de uma ddp (voltagem) suficiente para o temido choque. Caso a ave se desequilibre e toque em outro local, ela receberá o choque.*

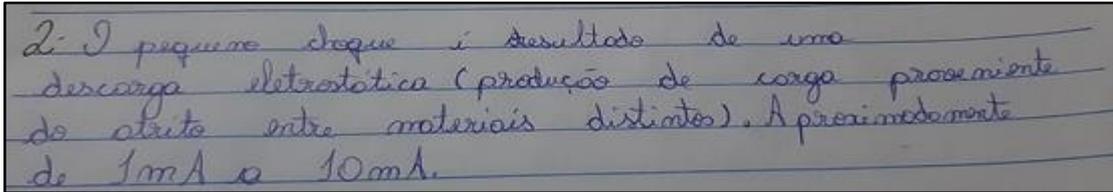
Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Nas três respostas dos estudantes, é possível constatar que eles compreenderam que, para que haja uma intensidade da corrente elétrica em um corpo, é necessária uma diferença de potencial. Em específico no caso do pássaro, eles identificaram que a proximidade entre suas patas e pelo fato de eles estarem no mesmo fio, com o mesmo potencial, isso não permitirá com que passe uma corrente elétrica pelo pássaro. Também é possível observar, nas três respostas, indícios do desenvolvimento de uma das competências do Ensino Médio: “Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.” (BRASIL, 1999, p. 30).

Na segunda pergunta “Considere que em um dia seco você fez uma longa viagem de carro, ao sair do veículo você leva um pequeno choque. Estime aproximadamente a corrente elétrica a que você ficou sujeito”. A atividade visava a que o estudante identificasse na tabela de efeitos da corrente elétrica no corpo humano, estudada em aula, em qual faixa de valores se

encontrava um choque daquele tipo. Nas Figuras 22 a 24, é possível verificar que os estudantes conseguiram fazer a indicação do valor, mesmo que na atividade não lhes fosse fornecido diretamente.

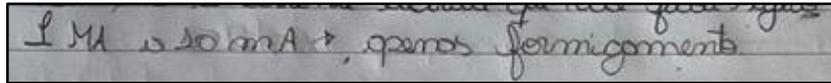
Figura 22 - Resolução - estudante



2. O choque que é resultado de uma descarga eletrostática (produção de carga proveniente do atrito entre materiais distintos). Aproximadamente de 1mA a 10mA.

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

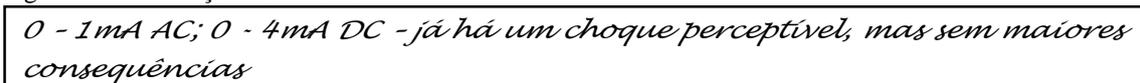
Figura 23 - Resolução - estudante



1 mA a 10 mA, poros formigamentos

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Figura 24 - Resolução - estudante



0 - 1mA AC; 0 - 4mA DC - já há um choque perceptível, mas sem maiores consequências

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Na Figura 22, é possível perceber que o estudante fez uma associação direta da Eletrostática com a Eletrodinâmica, ambos os conteúdos do mesmo segmento escolar. Já na terceira contribuição (Figura 24), é possível perceber que o estudante fez uma busca de possíveis valores de corrente contínua e corrente alternada que o corpo humano pode vir a receber sem ter maiores danos, porém na pergunta era necessário apenas o valor associado à corrente contínua, que é o tipo de corrente que surge ao um condutor ou semicondutor entrar em contato com um corpo eletrizado.

Na quarta pergunta “Em uma residência, uma lâmpada externa fica ligada cerca de 10 horas por dia. Qual é o consumo mensal dessa lâmpada sabendo que ela possui uma potência de 100W?”, todos os estudantes, por mais que usaram procedimentos diferentes, conseguiram calcular o consumo de energia da lâmpada mencionada. Salienta-se que, nas Figuras 19 e 20, os estudantes usaram dois processos que foram apresentados durante a exposição oral e dialogada sobre energia elétrica consumida. Na resolução do segundo estudante (Figura 26), ele até colocou uma observação, a falta do valor em reais do KWh, dando indícios de que compreendeu o processo de cálculo, tanto da energia consumida em KWh, quanto do valor a ser pago pela energia consumida.

Figura 25 - Resolução - estudante

$E = P \cdot t \rightarrow t = 10 \text{ h} \times 30 \text{ dias}$   
 $E = 100 \cdot 30 \quad t = 300 \text{ h}$   
 $E = 30000 \text{ Wh} = 30 \text{ kWh}$

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Figura 26 - Resolução - estudante

4-  $30 \times 10 = 300 \text{ h}$   
 $100 \times 300 = 30.000 \text{ Wh} = 30 \text{ kWh}$   
 Essa questão não tem o valor da kWh

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Na quinta pergunta “Caso a lâmpada da atividade anterior fosse substituída por uma de 60W, quantos dias de uso ela consumiria a mesma quantidade que a de 100 W consome em um mês?”, relacionada diretamente à pergunta da problematização “Como escolher o equipamento mais econômico?”, os estudantes deveriam fazer, indiretamente, a comparação entre os valores e verificar que a lâmpada com a potência menor fará com que, ao final do mês, o valor vindo na conta de energia elétrica seja menor. Aqui, temos um ponto importante sinalizado por Gasparin (2015), que as perguntas da problematização, como essa, devem ser retomadas ao longo do processo da instrumentalização, pois de nada adianta haver perguntas problematizadoras se elas não serão respondidas depois. Nas imagens abaixo, são apresentados três dos procedimentos (Figuras 27 a 29) dos estudantes que resumem as resoluções das turmas.

Figura 27 - Resolução - estudante

$30.000 \text{ Wh} = 60 \text{ h}$   
 $30.000 = t$   
 $\frac{30000}{60} = t$   
 $500 = t$   
 $\frac{500}{10 \text{ h}} = 50 \text{ dias}$   
 pl dia

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Figura 28 - Resolução - estudante

5-  $10 \cdot 30 \cdot 60$   
 $300 \cdot 60$   
 $18000 \div 1000 = 18 \text{ kWh/mês}$   
 Para gastar a mesma quantidade de energia, o mês não são 50 dias

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Figura 29 - Resolução - estudante

Handwritten student solution showing calculations for energy consumption:

$$60 \cdot 300 = 18.000 \text{ W}$$

$$30 \text{ dias} \cdot 10 \text{ h} = 12.000$$

$$X = \frac{18.000}{12.000}$$

$$30 + 20 = 50 \text{ dias}$$

$$X \cdot 18.000 = 30 \cdot 12.000$$

$$X \cdot 18.000 = 360.000$$

$$X = \frac{360.000}{18.000}$$

$$X = 20$$

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Na Figura 27, constata-se a aplicação direta da equação da energia consumida; já, nas Figuras 28 e 29, os estudantes optaram por caminhos alternativos que são aplicações diretas dos conhecimentos teóricos e matemáticos estudados. É importante enfatizar que, nos três cálculos acima, foi considerado pelos estudantes o mesmo tempo diário que as lâmpadas ficam acesas (10h).

A segunda atividade assíncrona a ser realizada pelos estudantes, Figura 30, visava a que eles fizessem estimativas de valores do consumo de energia dos equipamentos elétricos presentes em suas residências. Para essa atividade, os alunos deveriam verificar na etiqueta de cada equipamento a sua potência e estimar o consumo de energia desse equipamento pelo período de um mês.

Figura 30 - Atividade assíncrona - consumo de energia elétrica em casa

1.10 Atividade: Consumo de energia elétrica em casa

Bruno Reinaldo da Silva • 29 de out. de 2020 Editado às 15 de dez. de 2020

Data de entrega: 10 de nov. de 2020 23:59

Listar os aparelhos eletrônicos usados em sua casa, anotar sua potência e estimar o custo mensal de cada aparelho. Propor possíveis mudanças de hábito para reduzir o consumo de energia elétrica. Essa atividade deve ser entregue ao professor na próxima aula. Anexar um arquivo com os dados.

Comentários da turma

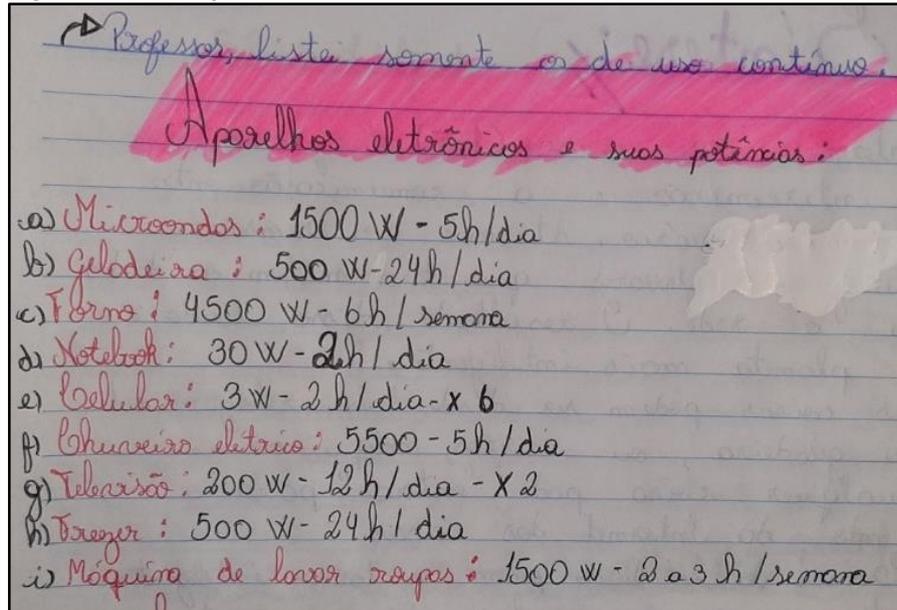
Adicionar comentário para a turma...

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Abaixo, apresentam-se algumas das estimativas feitas pelos estudantes (Figuras 31 a 34). Nas imagens, é possível observar que eles já conseguem fazer diretamente o cálculo de

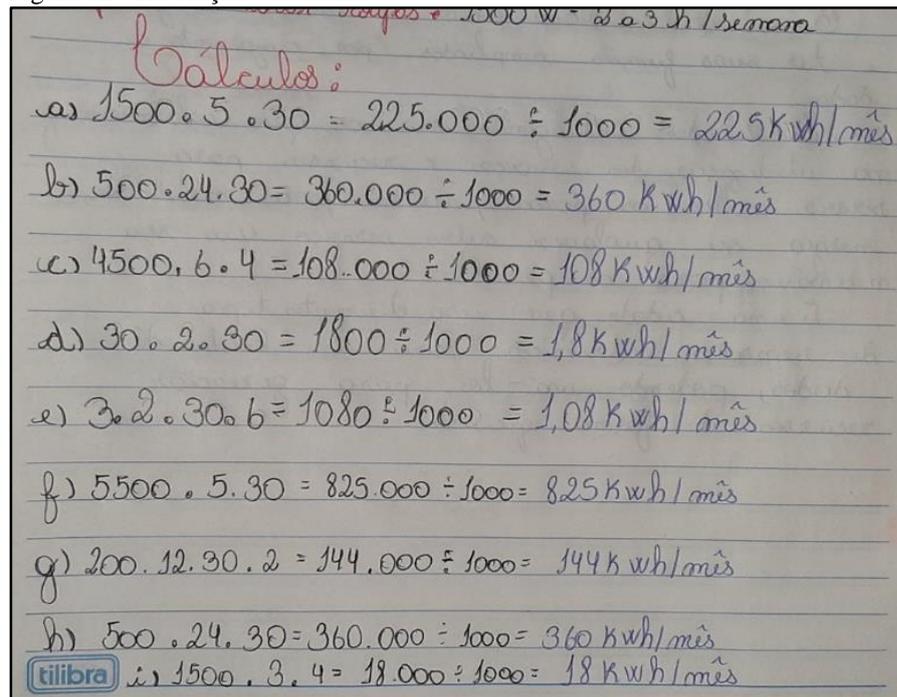
energia elétrica consumida por aparelho a cada mês. Vê-se que tanto o primeiro estudante quanto o segundo optaram por calcular com os valores que lhes são fornecidos e, no final dos cálculos, converter de Wh para KWh. Vale ressaltar que essa é uma das competências sinalizadas nos PCNs (2002), “dimensionar o custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia” (p. 76).

Figura 31 - Resolução - estudante



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Figura 32 - Resolução - estudante



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Figura 33 - Resolução - estudante

Lista

- Computador - 150
- Geladeira - 2000W
- Tênis - 1500
- Máquina de lavar roupa - 1000
- Geladeira - 1500
- Forno - 600
- Fritadeira - 1500
- TV 32 polegadas - 260
- Geladeira - 500

\* Geladeira =  $1 \times 2000 \times 1 \text{ h / dia} \times 30 = 60.000$   
 $\div 1000 = 60 \text{ kWh / mês}$

\* Computador =  $1 \times 150 \text{ W} \times 1 \text{ h / dia} \times 30 = 18.000 \div 1000 = 18 \text{ kWh / mês}$

\* Tênis =  $1 \times 1500 \text{ W} \times 1 \text{ h / dia} \times 30 = 180.000 \div 1000 = 180 \text{ kWh / mês}$

\* Máquina =  $1 \times 1000 \text{ W} \times 2 \text{ h / dia} \times 30 = 60.000 \div 1000 = 60 \text{ kWh / mês}$

\* Geladeira =  $1 \times 1500 \times 2 \text{ h / dia} \times 30 = 270.000 \div 1000 = 270 \text{ kWh / mês}$

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Figura 34 - Resolução - estudante

\* Forno =  $1 \times 6000 \text{ W} \times 2 \text{ h / dia} \times 30 = 360.000 \div 1000 = 360 \text{ kWh / mês}$

\* Fritadeira =  $1 \times 1500 \text{ W} \times 1 \text{ h / dia} \times 3 \text{ dias} = 13.500 \div 1000 = 13,5 \text{ kWh / mês}$

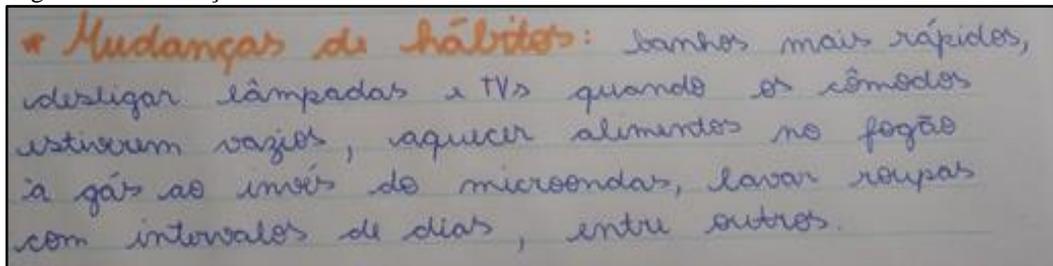
\* TV =  $2 \times 260 \text{ W} \times 15 \text{ h / dia} \times 30 = 234.000 \div 1000 = 234 \text{ kWh / mês}$

\* Geladeira =  $1 \times 500 \text{ W} \times 1 \text{ h / dia} \times 30 = 15.000 \div 1000 = 15 \text{ kWh / mês}$

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

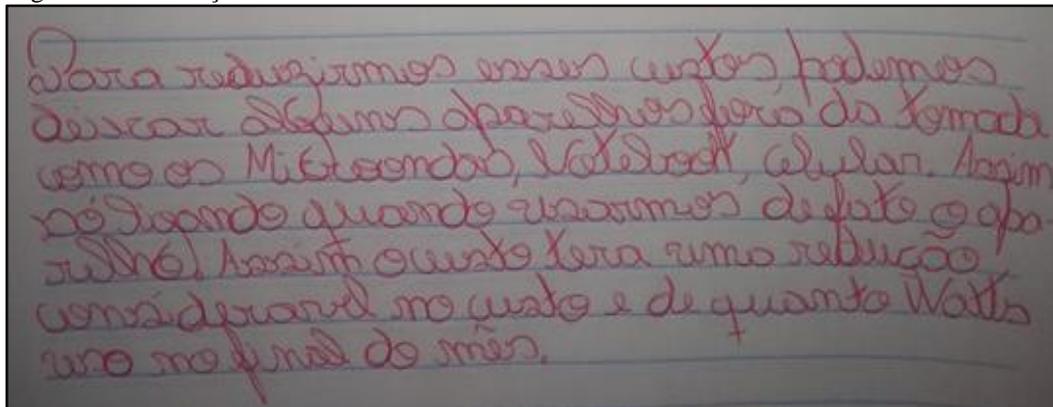
Quanto à segunda parte da segunda tarefa, os estudantes deveriam prever uma possível mudança de hábito para reduzir o consumo de eletricidade. Observa-se que, em ambas as soluções apresentadas (Figuras 35 e 36), os estudantes percebem que uma forma possível de reduzir o consumo de eletricidade é desligar as tomadas dos equipamentos que não estão sendo utilizados em cada momento. Essa atividade de tomada de consciência quanto ao consumo de energia elétrica na própria residência está diretamente associada a um dos tópicos propostos pelos PCNs, que é “dimensionar o custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia” (BRASIL, 1999, p. 76).

Figura 35 - Resolução - estudante



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Figura 36 - Resolução - estudante



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Para o desenvolvimento da terceira atividade assíncrona do encontro foram disponibilizadas algumas instruções (Figura 37). A atividade visava especificamente a que os estudantes conhecessem, caso ainda não tivessem tido contato, alguns componentes eletrônicos que podem ser usados no Arduino e em algumas soluções inteligentes. Ressalta-se, no entanto, que a atividade foi apenas um compartilhamento e uma construção de uma tabela que facilitasse na proposta ou construção da solução inteligente da última atividade desse Eixo.

Figura 37 - Resolução - estudante

**1.11 Trabalho colaborativo**

Bruno Reinaldo da Silva • 29 de out. de 2020 Editado às 15 de dez. de 2020

Data de entrega: 10 de nov. de 2020

Olá pessoal, tudo bem? Estou compartilhando com vocês um arquivo colaborativo. Nele vocês devem escolher UM componente eletrônico (que ainda não tenha sido escolhido) e escrever a sua funcionalidade.  
Obs: Cuidado para não apagar a contribuição do colega!

Orientação:  
Escrever a contribuição e ao lado colocar o nome e turma.  
Ex: Auto-falante - emitir som em um circuito (Bruno - 000)

**Componentes eletrônicos**  
Documentos Google

Comentários da turma

Adicionar comentário para a turma...

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

No oitavo encontro que ocorreu de forma síncrona, foi dialogado, em conjunto, o material teórico de associação de resistores em série. Para não fornecer o material pronto e com o intuito de evidenciar que a ciência se constrói através de uma lógica e que faz uso de conhecimentos anteriores, o material estava formatado em perguntas que auxiliavam na sistematização de todas as propriedades da associação. O processo de mediação do conhecimento pelo docente favorece a construção do conhecimento e a aquisição do conhecimento científico. De acordo com os PCNS, “(...) entende-se a mediação como intervenção do professor para desencadear o processo de construção do conhecimento (aprendizagem) de forma intencional, sistemática e planejada, potencializando ao máximo as capacidades do aluno” (BRASIL, 1999, p. 54).

A primeira atividade desenvolvida nesse encontro consistia em identificar fio, pilha e resistores em um circuito. Para isso, foi apresentado um circuito contendo uma pilha, uma lâmpada e fios e a representação da associação. Ao perguntar aos estudantes qual seria a representação do símbolo de um resistor, um dos alunos comentou ser uma pilha, porém, após o pesquisador comentar que os componentes estão na ordem, o estudante conseguiu identificar que o resistor era representado pela lâmpada. Na identificação da representação do fio, o mesmo estudante que havia participado anteriormente disse “*é um fio*”; após a confirmação de estar correto pelo pesquisador, o estudante comemorou ter acertado. Na identificação da pilha, o mesmo estudante acertou novamente a identificação e falou em tom de comemoração sem mesmo o pesquisador afirmar estar correto.

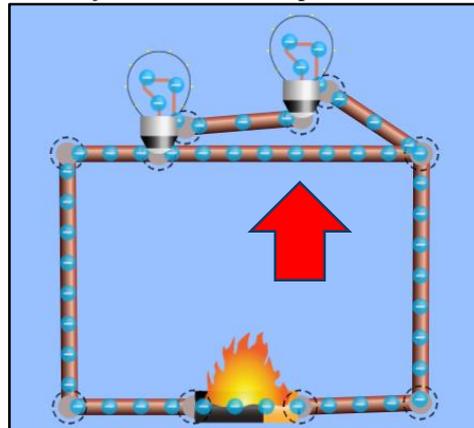
Já na resolução das perguntas do material para após sistematizar as propriedades, uma das perguntas feitas aos estudantes foi *“o que acontece com os elétrons quando a chave do circuito acima é ligada? Por que isso acontece?”*. Após o silêncio dos estudantes, o pesquisador lembrou da receptividade dos estudantes para os simuladores e, diante disso, ponderou fazer uso deles (Diário de Bordo, 2020). Diante disso o pesquisador sinaliza aos estudantes que irá projetar o simulador de um circuito elétrico, para, em conjunto, fazerem as análises. O simulador usado da plataforma Phet foi o Kit para Montar Circuito DC<sup>9</sup>, no qual foram construídos os dois circuitos apresentados no material, com um e dois resistores. A pergunta foi feita novamente e solicitado aos estudantes que observassem a simulação para respondê-la. Um dos estudantes afirmou: *“tudo estaria conectado e o circuito funcionaria (...) os elétrons entraram em movimento ao circuito ser fechado”*. Percebe-se que, ao observar o simulador, foi possível o estudante fazer duas considerações extremamente importantes para a associação em série de resistores, sendo a primeira que um circuito está fechado quando todos os componentes estão ligados entre si e a segunda que quando o circuito está fechado há movimento ordenado de cargas elétricas (elétrons).

Outra pergunta feita usando dos recursos do simulador foi *“Os elétrons que passam na primeira lâmpada e na segunda lâmpada, do segundo circuito, são os mesmos? Justifique sua resposta.”*. Para essa pergunta, antes da apresentação do simulador na tela, o estudante disse *“acho que sim”*, porém quando questionado sobre o porquê, não houve um retorno do estudante ou dos colegas. Com o simulador compartilhado na tela, o pesquisador perguntou novamente aos estudantes, solicitando que eles observassem o caminho percorrido pelos elétrons. Em seguida, antes de perguntar novamente a justificativa, inseriu-se mais um fio no simulador que ligava as duas extremidades das lâmpadas, destacado por uma seta vermelha na Figura 38. Após a ligação do fio, um dos alunos falou *“o professor colocou fogo no circuito”* em tom de empolgação e outro disse *“que massa”*. Segundo Carraro e Pereira (2014),

O uso dos simuladores virtuais do PhET3 como recursos didáticos no ensino de Física pode contribuir significativamente para a aprendizagem dos conteúdos físicos, pois age como facilitador e motivador no processo de ensino e aprendizagem. Busca-se colocar o estudante mais ativo no processo de ensino de forma que observe os modelos físicos, avance na construção de conceitos, leis e teorias, colete dados das simulações, elabore hipóteses e teste a validade das mesmas, confronte o seu conhecimento prévio com o conhecimento científico, questione, estabeleça relação entre a teoria e prática na compreensão dos fenômenos físicos presentes no seu dia a dia. (p. 4)

<sup>9</sup> Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc)>. Acesso em: 13 nov. 2020.

Figura 38 - Circuito no simulador  
Construção circuito DC da plataforma PhET



Fonte: Phet.colorado.edu, 2020.

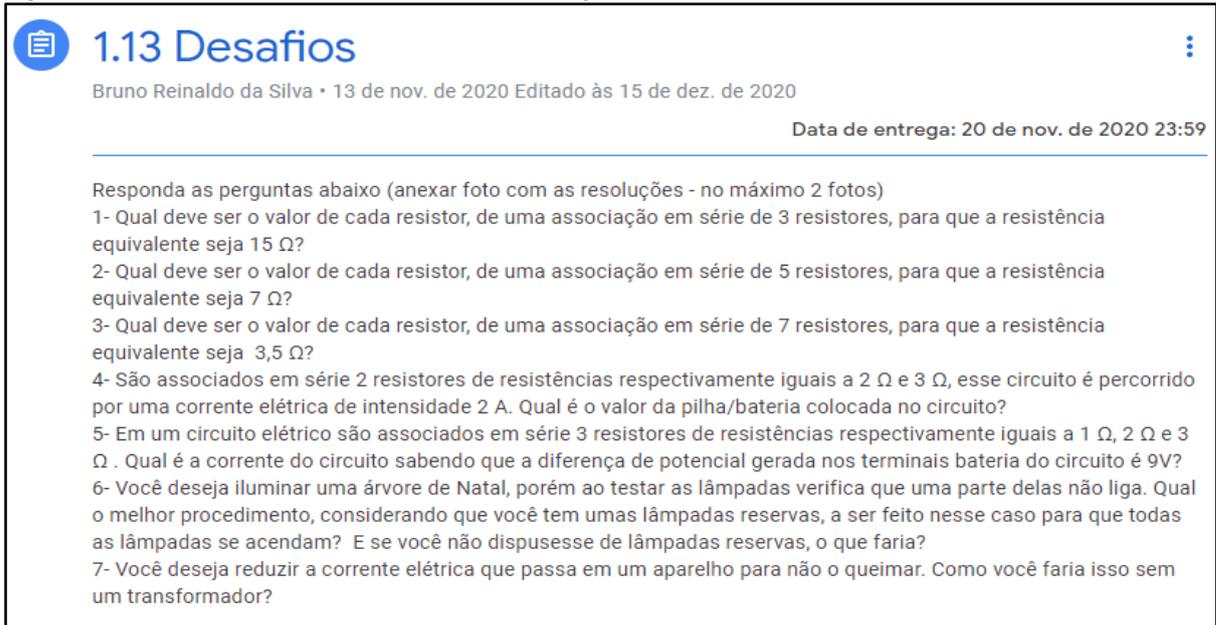
Após o acréscimo do fio sinalizado na Figura 38, foi observado que apareceu fogo na pilha, devido ao circuito entrar em curto-circuito. Novamente, foi solicitado aos estudantes que observassem o caminho dos elétrons e que observassem a diferença desse circuito para o circuito anterior. Um dos estudantes falou “*na situação anterior tinha apenas um caminho para os elétrons passarem, já na segunda há mais que um caminho*”. Acredita-se que, por poder visualizar a situação e o que acontece de um circuito com os elétrons, a aprendizagem dos conceitos fica mais fácil, mais prazerosa e menos maçante para o estudante. O material construído com os estudantes (resolução das perguntas) consta no Apêndice A. Antes de finalizar a aula, foram explicadas as atividades do encontro assíncrono e foi compartilhada a aula gravada, como mostra a Figura 39.

Figura 39 - Disponibilização da aula síncrona de associação de resistores em série

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

No décimo encontro, foram disponibilizadas, no *Google Classroom*, os desafios (Figura 40) associados aos conteúdos estudados na última aula síncrona. Os desafios nada mais são que perguntas associadas ao conteúdo, que têm como objetivo possibilitar ao professor e ao estudante identificar se ficou alguma dúvida pendente quanto aos conteúdos estudados.

Figura 40 - Atividade assíncrona - desafios de associação em série de resistores



**1.13 Desafios**

Bruno Reinaldo da Silva • 13 de nov. de 2020 Editado às 15 de dez. de 2020

Data de entrega: 20 de nov. de 2020 23:59

Responda as perguntas abaixo (anexar foto com as resoluções - no máximo 2 fotos)

- 1- Qual deve ser o valor de cada resistor, de uma associação em série de 3 resistores, para que a resistência equivalente seja  $15 \Omega$ ?
- 2- Qual deve ser o valor de cada resistor, de uma associação em série de 5 resistores, para que a resistência equivalente seja  $7 \Omega$ ?
- 3- Qual deve ser o valor de cada resistor, de uma associação em série de 7 resistores, para que a resistência equivalente seja  $3,5 \Omega$ ?
- 4- São associados em série 2 resistores de resistências respectivamente iguais a  $2 \Omega$  e  $3 \Omega$ , esse circuito é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $2 \text{ A}$ . Qual é o valor da pilha/bateria colocada no circuito?
- 5- Em um circuito elétrico são associados em série 3 resistores de resistências respectivamente iguais a  $1 \Omega$ ,  $2 \Omega$  e  $3 \Omega$ . Qual é a corrente do circuito sabendo que a diferença de potencial gerada nos terminais bateria do circuito é  $9 \text{ V}$ ?
- 6- Você deseja iluminar uma árvore de Natal, porém ao testar as lâmpadas verifica que uma parte delas não liga. Qual o melhor procedimento, considerando que você tem umas lâmpadas reservas, a ser feito nesse caso para que todas as lâmpadas se acendam? E se você não dispusesse de lâmpadas reservas, o que faria?
- 7- Você deseja reduzir a corrente elétrica que passa em um aparelho para não o queimar. Como você faria isso sem um transformador?

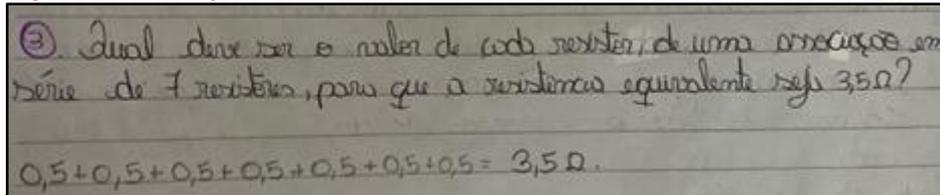
Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

As três primeiras perguntas versam sobre a propriedade da resistência equivalente de uma associação em série de resistores. Já as atividades 4 e 5, sobre a aplicação das Leis de Ohm, sendo a primeira sobre a aplicação da propriedade da diferença de potencial e a segunda sobre a intensidade da corrente elétrica. E as duas últimas tratam da aplicação direta dos conhecimentos estudados ao longo da aula síncrona. Para tal, os estudantes deveriam pensar sobre a situação e descrever uma possível forma com que eles a resolveriam. Abaixo, será feita a análise das perguntas 3 a 7, que sintetizam todos os conhecimentos estudados no encontro anterior, tendo em vista as propriedades e a dimensão (científica) incumbida nas perguntas.

Na terceira pergunta, Figura 41, é possível perceber que o estudante conseguiu compreender a propriedade da resistência equivalente de uma associação em série. Ele relata que, em uma associação em série, a resistência equivalente (ou resistor equivalente) é a soma escalar de todos os valores dos resistores da associação. Veja-se que, na situação apresentada, é solicitado o caminho oposto, o qual fornece ao estudante uma resistência equivalente e pede

possíveis valores de resistências. Nessa atividade, foi limitado o número de resistores que cada circuito pode ter, justamente para verificar a compreensão dos estudantes quanto às propriedades dialogadas. Observa-se que o estudante, tendo como conhecimento a propriedade mencionada acima, conseguiu propor valores, iguais, de resistências de cada um dos resistores da associação.

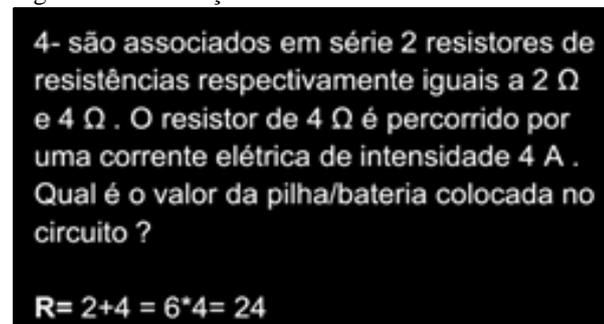
Figura 41 - Resolução - estudante



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Na quarta pergunta, Figura 42, é possível constatar que o estudante já consegue dominar o procedimento matemático de calcular a diferença de potencial (ou tensão) de um circuito em uma associação em série de resistores. Além disso é possível verificar que o estudante já compreende que a intensidade da corrente elétrica que passa em um resistor, nesse tipo de associação, é a mesma que passa nos demais resistores da associação. O estudante também aplicou outra propriedade da associação em série, que diz que a soma das diferenças de potencial geradas no terminal de cada resistor é igual a tensão no circuito. Ele se preocupou mais com o procedimento em si, sendo que, nesse caso, acabou se esquecendo de indicar a unidade de medida do valor encontrado, sendo ela o Volt (símbolo V).

Figura 42 - Resolução - estudante



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Na quinta pergunta, Figura 43, é possível constatar que o estudante já consegue dominar a propriedade da intensidade da corrente elétrica de um circuito e a resistência equivalente de uma associação em série. Veja-se que, com base nesses dados fornecidos, para determinar o que está sendo solicitado, deve-se inicialmente identificar as variáveis do

problema, sendo elas a diferença de potencial do circuito e a resistência equivalente. Na resolução abaixo, é possível verificar, também, que o estudante consegue identificar com facilidade as unidades de medida de cada uma das variáveis da 1ª lei de Ohm.

Figura 43 - Resolução - estudante

5. Em um circuito elétrico não associado em  
 série 3 resistores de resistências respectivamente iguais a  $1\Omega$ ,  
 $2\Omega$  e  $3\Omega$ . Qual é a corrente do circuito sabendo que a  
 diferença de potencial gerada nos terminais bateria do circuito é  
 $9V$ .

$R_{eq} = 1 + 2 + 3$        $I = \text{ampère (A)}$   
 $R_{eq} = 6\Omega$            $R = \text{Ohm } (\Omega)$   
                                   $U = \text{volt (V)}$

$U = R \cdot i$   
 $9 = 6 \cdot i$   
 $9 = i$   
 $6$   
 $1,5 = i$

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Na resposta à sexta pergunta “*Você deseja iluminar uma árvore de Natal, porém ao testar as lâmpadas verifica que uma parte delas não liga. Qual o melhor procedimento, considerando que você tem umas lâmpadas reservas, a ser feito nesse caso para que todas as lâmpadas se acendam? E se você não dispusesse de lâmpadas reservas, o que faria?*”, como mostrado na escrita do estudante, “*testando todas as lâmpadas até descobrir a que estava queimada e, caso não tivéssemos uma lâmpada poderíamos ligar um polo da lâmpada com o outro polo, pois assim estaríamos fechando o circuito*”, é possível verificar que o estudante compreendeu que, em uma associação em série, se alguma lâmpada queima ou para de funcionar, as demais da associação não acenderão. E, para que o circuito volte a funcionar, é necessário substituir a lâmpada estragada.

Na última pergunta dos desafios “*Você deseja reduzir a corrente elétrica que passa em um aparelho para não o queimar. Como você faria isso sem um transformador?*”, um estudante respondeu “*é só associar com algum equipamento em série, pois assim se reduz a corrente elétrica*”. Com base na resposta do estudante, é possível constatar que ele percebeu que, em uma associação em série de resistores, quanto maior o número de resistores associados ou quanto maior o valor das resistências dos resistores associados, menor será a

intensidade da corrente elétrica do circuito. Essa consideração é semelhante ao que diz a 1ª lei de Ohm: quanto maior a resistência elétrica de um resistor, menor será a intensidade da corrente elétrica em um circuito.

O décimo primeiro encontro iniciou com a retomada da associação em série de resistores, em que o pesquisador comentou sobre o funcionamento da associação de lâmpadas natalinas, afirmando que elas estão associadas em série e em paralelo. Associado a associação em série, um aluno falou “*os LEDs, dentro das lâmpadas de LED estão associados em série também, se uma LED queima, a lâmpada não funciona e temos que colocar um pouco de solda na lâmpada queimada para o circuito voltar a funcionar*”. Nessa colocação do estudante, foi possível perceber que ele já consegue fazer associações dos conhecimentos científicos estudados em sala de aula com seu cotidiano. E observa-se, também, que essa colocação do estudante está diretamente ligada à pergunta número 6 do encontro assíncrono anterior.

Em seguida, após a revisão inicial, o docente compartilhou a tela com o simulador da plataforma PhET denominado kit para montar circuito DC<sup>10</sup>. Nele havia as duas associações do material de associação em paralelo de resistores, com um circuito com dois resistores e outro com três resistores. De imediato, um dos estudantes disse: “*Não sei se é correto olhar as bolinhas (elétrons), umas vão para um lado e outras para outro?*”. O pesquisador comenta que sim, tendo em vista as primeiras análises que serão feitas. Em seguida, o estudante comenta “*é assim que funciona um circuito em paralelo?*”. Veja-se que esse momento inicial já gerou interesse, sinalizando que o estudante já se encontra motivado em querer aprender sobre o conteúdo. Nessa situação, segundo Moreira, há as duas condições para que ocorra a aprendizagem significativa: “1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo e 2) o aprendiz deve apresentar uma predisposição para aprender” (Moreira, 2012, p. 8).

Partindo para a construção do material teórico, a primeira pergunta para ser dialogada nesse encontro foi “*Qual a diferença entre uma associação de resistores em série e uma em paralelo?*”. Um dos estudantes afirmou “*em uma associação, para ligar uma lâmpada, tem que ligar todas, já na associação em paralelo, é possível ligar as lâmpadas separadamente*”. Nessa primeira observação, verifica-se que o estudante já conseguiu perceber que, na associação em série, todos os resistores devem estar funcionando para que o circuito seja fechado. Já na associação em paralelo, cada resistor é independente um do outro, o outro não

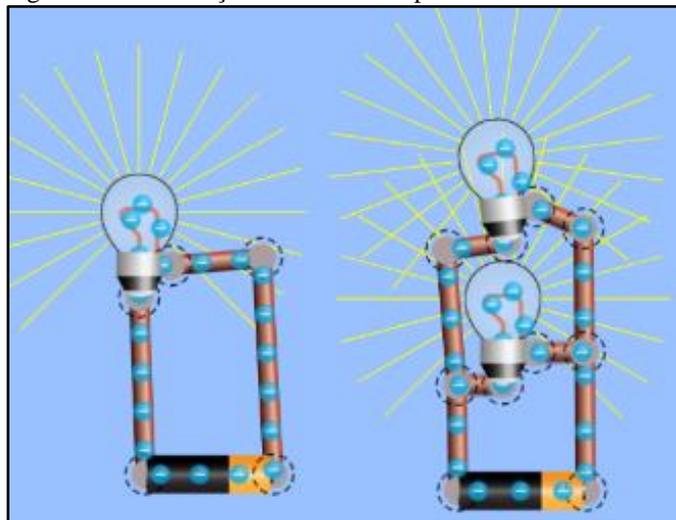
---

<sup>10</sup> Disponível em: <[https://phet.colorado.edu/pt\\_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc](https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-dc)>. Acesso em: 17 nov. 2020.

precisa estar funcionando para que os demais funcionem. Ainda sobre essa pergunta, um segundo estudante comentou “*a energia gasta na associação em série é maior que na associação em paralelo*”. Essa afirmação é verdadeira considerando que, em série, precisamos que todos os resistores estejam ligados para que um em específico funcione e, na associação em paralelo, apenas ligamos o resistor de que precisamos. Nessa mesma fala, é possível perceber que o estudante constatou que quanto mais dispositivos ligados em um circuito maior será o consumo de energia elétrica.

Ainda associada à diferença entre os circuitos, em série e em paralelo, em uma visão microscópica, foi feita a segunda pergunta: “*Os elétrons que passam na primeira lâmpada e na segunda lâmpada, do primeiro circuito, são os mesmos? Justifique sua resposta*”. Para essa pergunta, permaneceu-se com o simulador compartilhado na tela (Figura 44) e solicitou-se aos estudantes que observassem o movimento dos elétrons nessa associação. Um dos alunos afirmou que “*não, parte dos elétrons seguiam um caminho e parte dos outros elétrons seguiam para outro caminho*”.

Figura 44 - Associação em série e em paralelo de resistores



Fonte: Phet.colorado.edu, 2020.

Observa-se que, tanto nessa pergunta quanto na segunda pergunta, foram fornecidos subsídios para os estudantes perceberem a diferença entre as duas associações e por que elas são diferentes entre si. Após todos os diálogos e a construção do material teórico (Apêndice B), foi explicada a dinâmica do encontro assíncrono (resolução dos desafios) e foram disponibilizados os materiais da aula (Figura 45). Junto do material teórico e da aula gravada

foi colocado um material complementar aos estudantes, a aula 18 – o retorno de Ohm<sup>11</sup> da coleção francesa Viagem na eletricidade. Resumidamente, a série traz de uma forma animada alguns assuntos da eletricidade, explicando de forma acessível os conceitos e o que acontece nos equipamentos a nível microscópico. O episódio tem duração inferior a seis minutos e faz uma análise sobre as associações em série, paralelo e mista de resistores.

Figura 45 - Disponibilização da aula síncrona de associação em paralelo de resistores



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

No décimo segundo encontro, foram disponibilizados, no *Google Classroom*, os desafios associados aos conteúdos estudados na última aula síncrona, como mostra a Figura 46. As três primeiras perguntas abordam a propriedade da resistência equivalente de uma associação em paralelo de resistores. Já as atividades 4 e 5, a aplicação das Leis de Ohm, sendo uma de aplicação da propriedade da diferença de potencial e outra da intensidade da corrente elétrica. E as duas últimas abordam a aplicação direta dos conhecimentos estudados ao longo da aula síncrona. Para isso os estudantes deveriam pensar sobre a situação e descrever uma possível forma para resolvê-la. Abaixo, será feita a análise das perguntas 1, 5, 6 e 7, que sintetizam todos os conhecimentos estudados no encontro anterior, tendo em vista as propriedades e a dimensão (científica) incumbida nas perguntas.

<sup>11</sup> Disponível em: <[https://youtu.be/drBnOCZeDoo?list=PLYfrhgvQ39rW\\_WIYQgEK04nr5rSz1rgGP](https://youtu.be/drBnOCZeDoo?list=PLYfrhgvQ39rW_WIYQgEK04nr5rSz1rgGP)>. Acesso em: 12 nov. 2020.

Figura 46 - Atividade assíncrona - desafios de associação em paralelo de resistores

## 1.15 Desafios- associação em paralelo de resistores

⋮

Bruno Reinaldo da Silva • 19 de nov. de 2020 Editado às 18:20

Data de entrega: 27 de nov. de 2020

---

\* Anexar no máximo 2 fotos/arquivos com as resoluções

- 1- Qual deve ser o valor de cada resistor, de uma associação em paralelo de 3 resistores, para que a resistência equivalente seja  $10 \Omega$ ?
- 2- Qual deve ser o valor de cada resistor, de uma associação em série paralelo de 4 resistores, para que a resistência equivalente seja  $4 \Omega$ ?
- 3- Qual deve ser o valor de cada resistor, de uma associação em paralelo de 3 resistores diferentes, para que a resistência equivalente seja  $1 \Omega$ ?
- 4- São associados em paralelo 2 resistores de resistências respectivamente iguais a  $2 \Omega$  e  $4 \Omega$ , o resistor de  $4 \Omega$  é percorrido por uma corrente elétrica de intensidade  $4 \text{ A}$ . Qual é o valor da pilha/bateria colocada no circuito?
- 5- Em um circuito elétrico são associados em paralelo 3 resistores de resistências respectivamente iguais a  $2 \Omega$ ,  $4 \Omega$  e  $8 \Omega$ . Qual é a corrente do circuito sabendo que a diferença de potencial gerada nos terminais bateria do circuito é  $16 \text{ V}$ ?
- 6- Ao construir uma casa é preferível que o circuito seja em série ou em paralelo? Justifique.
- 7- Ao projetar a rede elétrica de uma cidade é preferível que ela seja em série ou em paralelo? Justifique.

---

Comentários da turma

Adicionar comentário para a turma...

▶

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

A primeira pergunta (Figura 46) tem como objetivo verificar se o estudante compreendeu com clareza a propriedade da resistência equivalente em uma associação de resistores em paralelo. Para isso, como consta na pergunta, foi limitado o número de resistores da associação e a resistência equivalente do circuito. Veja-se que há uma série de possíveis valores que podem ser adotados pelo resistor de forma que ele tenha a resistência equivalente indicada. Na resolução do estudante da Figura 47, verifica-se que ele optou por resistores iguais e constatou que, em uma associação de resistores em paralelo, a resistência equivalente de resistores de valores numéricos iguais é equivalente a divisão de um desses resistores pelo número de resistores associados (cálculo à direita). Além disso, é possível verificar que o estudante domina a estrutura de uma associação em paralelo, quando a desenha em sua resolução e coloca os valores dos resistores. O estudante também limita o circuito, indicando por dois polos, um polo A e outro B.

Figura 47 - Resolução - estudante

① Qual deve ser o valor de cada resistor, de uma associação em paralelo de 3 resistores, para que a resistência equivalente seja  $10 \Omega$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R_T = \frac{30}{3} = 10 \Omega$$

---

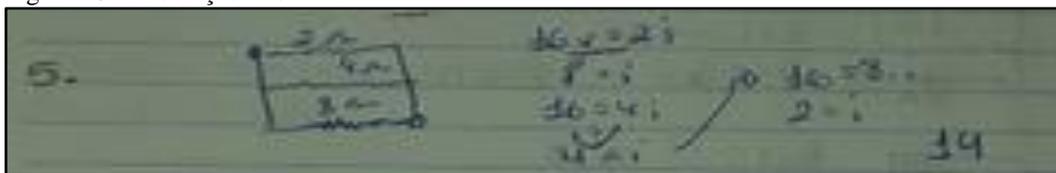
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} + \frac{1}{10}$$

$$R_T = R = \frac{30}{3} = 10 \Omega$$

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Na quinta pergunta, “*Em um circuito elétrico são associados em paralelo 3 resistores de resistências respectivamente iguais a  $2\ \Omega$ ,  $4\ \Omega$  e  $8\ \Omega$ . Qual é a corrente do circuito sabendo que a diferença de potencial gerada nos terminais bateria do circuito é  $16V$ ?*”, o objetivo era verificar se o estudante compreendeu a 1ª lei de Ohm e se, com base nas informações que lhe são solicitadas, ele consegue determinar a intensidade da corrente elétrica do circuito. Na resolução do aluno (Figura 48), é possível verificar que ele compreendeu que, em uma associação em paralelo de resistores, todos os resistores estão submetidos à mesma tensão. Veja-se que há três pequenos cálculos com o valor de  $16V$  (tensão do circuito); como no circuito há apenas a associação em paralelo, a tensão em cada um dos resistores é a mesma do circuito. De posse dessas informações, verifica-se que, no lado inferior direito, há um valor  $14$  amperes, que nada mais é que a soma da intensidade da corrente elétrica de cada um dos resistores da associação.

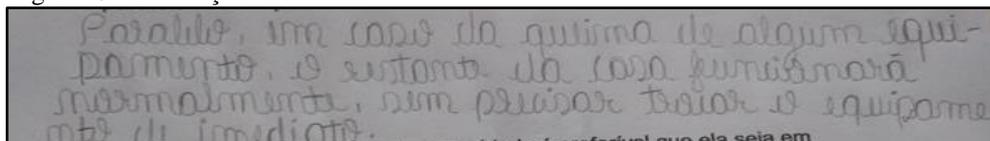
Figura 48 - Resolução - estudante



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

A sexta pergunta, “*Ao construir uma casa é preferível que o circuito seja em série ou em paralelo? Justifique.*”, tinha como objetivo verificar se os estudantes compreenderam as situações em que a associação em paralelo é usada adequadamente. Na Figura 49, é possível verificar, na escrita do estudante, que ele fez uma associação direta com o que foi estudado e dialogado na aula síncrona, pois cita uma das passagens discutidas em aula, referente à principal diferença em um circuito em série e em paralelo. Na associação em série, todos os dispositivos devem estar ligados para que um só funcione, já, na associação em paralelo, um dispositivo não depende de o outro estar ligado para funcionar.

Figura 49 - Resolução - estudante

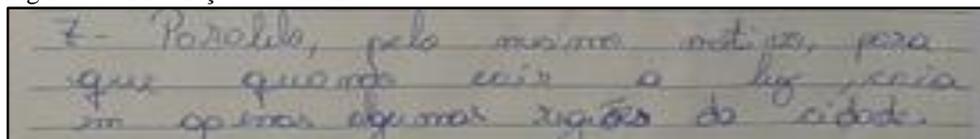


Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Na sétima pergunta, “*Ao projetar a rede elétrica de uma cidade é preferível que ela seja em série ou em paralelo? Justifique.*”, um dos estudantes associa com a queda de luz

(Figura 50). Percebe-se que é algo semelhante à justificativa feita pelo aluno na pergunta anterior. Ou seja, em sua escrita, ele traz alguns resquícios dos diálogos realizados na aula síncrona. Observe que, à medida que o estudante consegue transpor um conhecimento para situações de seu cotidiano (queda de luz em partes da cidade), há fortes indícios de que o conteúdo estudado foi significativo para ele.

Figura 50 - Resolução - estudante



Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

#### 5.2.4 Catarse

Para a catarse, foi realizado um jogo na plataforma Kahoot (Figura 51), de forma síncrona. Para esse momento, foi solicitado que os estudantes entrassem no site do *game* e informassem o código que estava sendo projetado pelo professor. No total, sete estudantes entraram no *game*, porém apenas seis apresentaram uma conexão de internet estável para participar em grande parte do jogo. No total desses seis, apenas quatro conseguiram responder a todas as perguntas, os que não apresentaram oscilação no sinal da internet.

Figura 51 - Pergunta no Kahoot

Fonte: Kahoot.com, 2020.

Antes de iniciar o “jogo” propriamente dito, foi sinalizado aos estudantes que as questões eram temporizadas e que o tempo fornecido era o suficiente para respondê-las.

Também foi comentado que eles não deveriam se apressar na resolução das perguntas, pois o que se queria com a atividade era verificar quais pontos do conteúdo ficaram bem compreendidos e quais pontos do conteúdo não ficaram bem compreendidos. Quanto às perguntas, todas elas estavam associadas aos objetivos de aprendizagem e às dimensões estudadas ao longo do segundo Eixo. O jogo continha vinte e duas perguntas distribuídas entre os objetivos e os conteúdos estudados.

Para a análise das perguntas, foram levados em conta os objetivos previstos e as dimensões trabalhadas do conteúdo (conceitual, científica, econômica e social). Abaixo, segue uma tabela resumo (Quadro 12), com uma seleção de perguntas e o respectivo objetivo associado.

Quadro 12 - Perguntas e objetivos de aprendizagem associados

Pergunta	Objetivo associado	% de acerto
Q3	Compreender em quais situações há a presença de corrente elétrica, prevendo sua possível intensidade.	60
Q5	Diferenciar microscopicamente o sentido da corrente elétrica real e a corrente elétrica convencional, identificando as situações de seu uso.	67
Q7	Diferenciar corrente contínua de corrente alternada, escolhendo sempre a melhor fonte de energia para cada aparelho.	50
Q9	Identificar a potência elétrica em aparelhos eletrônicos, percebendo que o tempo de uso e sua potência interferem diretamente na energia consumida. Calcular a energia consumida por aparelhos, propondo soluções para a redução do consumo de energia elétrica em sua residência.	50
Q11	Enumerar os efeitos que a corrente elétrica pode gerar, prevenindo futuros acidentes que podem ocorrer com a eletricidade.	17
Q12	Identificar, graficamente, um resistor ôhmico, detectando as situações reais em que ele terá esse comportamento.	50
Q13	Calcular, com base em suas características, a resistência de um resistor, percebendo o seu uso em linhas de transmissão.	75
Q14	Identificar um resistor em um circuito elétrico, identificando em cada situação apresentada sua principal função.	25
Q15	Diferenciar os componentes eletrônicos de um circuito, identificando sua função e seu uso.	50
Q18	Identificar, em um circuito, a associação de resistores em série, detectando as situações de seu uso.	67
Q22	Identificar, em um circuito, a associação de resistores em paralelo, detectando as situações de seu uso.	80
<b>Média de acerto das perguntas consideradas</b>		<b>53,72 %</b>

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Na tabela apresentada acima, é possível verificar que, nas dimensões conceitual e científica, as Q3, Q5, Q7, Q12, Q13, Q14, Q15, Q18 e Q19 são as perguntas com maior porcentagem de acerto. Acredita-se que, pelo fato de a disciplina ser científica e direta e indiretamente estar sempre presente, as dimensões justificam os maiores números de acerto nas perguntas. Já a dimensão econômica, que na seleção feita apareceu uma única vez (Q9),

obteve uma média de acertos de 50%, indicando que os estudantes conseguem parcialmente calcular a energia elétrica consumida e estimar o valor a ser pago pelo consumo de energia elétrica.

É importante relatar, nesse momento, que, ao longo dos encontros síncronos, havia uma rotatividade de alunos considerável. Poucos dos alunos iniciaram no primeiro encontro da aplicação do Produto Educacional e estiveram presentes em todos os encontros. Acredita-se, portanto, que a média de acertos das perguntas consideradas e de todas as perguntas não reflete o que os estudantes aprenderam. De acordo com Gasparin (2015), a avaliação dos estudantes quanto as suas aprendizagens não se dá em um único momento, e sim ao longo dos cinco passos propostos pela PHC. Tendo em vista a afirmação anterior, por mais que houve uma rotatividade significativa de estudantes participando ao longo dos encontros de Eletrodinâmica, tendo em vista as duas médias, pode-se afirmar que, independentemente do momento que o estudante participou, ele não se perdeu nos conteúdos, por mais que sejam interligados entre si.

Antes de finalizar o encontro, foi sinalizado aos estudantes que eles teriam uma última atividade, de forma assíncrona, em que eles juntariam os conhecimentos estudados nesse Eixo e no Eixo anterior. O pesquisador lembrou aos estudantes uma das atividades que eles fizeram, a da proposta de uma solução inteligente, e que agora eles deveriam revisitar essa atividade e “colocar a mão na massa”, ou para construí-la ou para deixar uma descrição de como seria essa solução proposta. Após a finalização das instruções da última atividade, foi disponibilizada a aula gravada e o *game Play Kahoot* (Figura 52), caso algum estudante tivesse interesse em testar seus conhecimentos novamente.

Figura 52 - Disponibilização da aula síncrona - atividade no Kahoot

The image shows a screenshot of a Kahoot! classroom interface. At the top, it displays the title "1.16 Aula gravada - Atividade do Kahoot do dia 24/11" and the author "Bruno Reinaldo da Silva • 25 de nov. de 2020 Editado às 15:10". Below the title, there is a message: "Pessoal, compartilho com vocês, além da nossa aula gravada, o link do kahoot, que vocês podem jogar novamente." Two cards are visible: one for a video titled "Aula pelo Hangouts Meet - 3..." and another for a Kahoot! game titled "Play Kahoot! - Enter game Pl..." with the URL "https://kahoot.it/challenge/0677...". At the bottom, there is a section for "Comentários da turma" with a text input field "Adicionar comentário para a turma..." and a play button icon.

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

### 5.2.5 Prática Social Final

Para o fechamento desse segundo Eixo e a finalização da aplicação da sequência didática, foram disponibilizadas, no décimo quarto encontro, aos estudantes as instruções para a realização da atividade (Figura 53). Para realizá-la, eles tiveram que revisitar a atividade solução inteligente do Eixo anterior e verificar a possibilidade de colocá-la em prática ou pensar em outra proposta que acreditam poder ser resolvida de forma inteligente. Para a atividade, deixou-se uma série de possibilidades de como os estudantes poderiam fazê-la (produzir um vídeo, um podcast, um material escrito, dentre outros).

Figura 53 - Atividade assíncrona - solução inteligente

The screenshot shows a digital activity page. At the top left is a blue icon of a document. The title '1.17 - Solução inteligente' is in large blue font. Below the title, it says 'Bruno Reinaldo da Silva · 25 de nov. de 2020 Editado às 15 de dez. de 2020'. To the right of the title is a vertical ellipsis menu icon. Below the title, it says '100 pontos' and 'Data de entrega: 4 de dez. de 2020 23:59'. A horizontal line separates the header from the instructions. The instructions are listed as follows:

Instruções:

- 1) Rever o problema encontrado na atividade 1.6
- 2) Propor uma solução inteligente (com o uso da internet das coisas e os conceitos de eletrodinâmica (não precisam ser todos))
  - 2.1) Caso o problema escolhido não seja possível resolver de forma inteligente, proponha um novo problema que seja possível
- 3) Se possível construir uma maquete ou construir em um software a solução inteligente e gravar um vídeo ou enviar um áudio junto com imagens explicando (qual é o problema? Qual foi a solução proposta? Qual a relação com a internet das Coisas e as cidades inteligentes? Quais os conceitos de eletrodinâmica há presente nessa solução inteligente? Como isso facilita a vida das pessoas? Quais componentes eletrônicos seriam usados na solução inteligente?)
- 4) Caso não seja possível a instrução 3, construa um material explicativo que englobe todas as perguntas (qual é o problema? Qual foi a solução proposta? Qual a relação com a internet das Coisas e as cidades inteligentes? Quais os conceitos de eletrodinâmica há presente nessa solução inteligente? Como isso facilita a vida das pessoas? Quais componentes eletrônicos seriam usados na solução inteligente?), elas podem aparecer de forma direta ou indireta. Qualquer dúvida vocês podem sinalizar!

Below the instructions is a section titled 'Comentários da turma'. It features a small circular profile picture of a person with red hair, followed by a text input field containing the placeholder text 'Adicionar comentário para a turma...' and a right-pointing arrow icon.

Fonte: Dados da pesquisa, 2020.

Todos os estudantes optaram por enviar um material escrito com as informações solicitadas. Abaixo, são trazidas algumas das soluções propostas pelos estudantes. De imediato, já se adianta que as soluções propostas por eles estavam diretamente associadas ao seu cotidiano e ao momento vivido, da pandemia da *Covid-19*.

**Propor uma solução inteligente (com o uso da Internet das Coisas e dos conceitos de Eletrodinâmica (não precisam ser todos)).**

Hoje em dia a maior dificuldade do ser humano é ainda o acesso a longa distância por exemplo eu estava com um projeto que estava fazendo aqui em casa, meu projeto consiste em ser o mais prático e cômodo possível, sendo usado uma placa Arduino e mais uns componentes. nesse projeto eu estava fazendo o meu quarto todo automatizado, sendo então eu falando para ligar a luz e ele ligava a luz do quarto falava para ligar o computador e era ligado computador com uma simples fala, isso faria uma grande diferença. mas não somente isso como eu também podia comandar o meu quarto por um aplicativo em qualquer lugar do mundo com acesso à internet.

**Caso não seja possível a instrução 3, construa um material explicativo que englobe todas as perguntas (Qual é o problema? Qual foi a solução proposta? Qual a relação com a internet das Coisas e as Cidades Inteligentes? Quais os conceitos de Eletrodinâmica estão presentes nessa solução inteligente? Como isso facilita a vida das pessoas? Quais componentes eletrônicos seriam usados na solução inteligente?), elas podem aparecer de forma direta ou indireta.**

Meu trabalho consiste em um mundo automatizado rapidez uma pergunta e uma resposta instantânea um pensamento e uma ação, onde você não precisa mais digitar pode apenas falar e ver acontecer. onde você sentado no sofá da sala quer ligar a jarra elétrica na cozinha basta você falar a palavra-chave para ligar a jarra elétrica, bom nesse projeto que ainda estou aperfeiçoando com o tempo. eu venho com ele em mente desde 1ª Ano do Ensino Médio, onde eu comecei aprender a lidar com o Arduino e fui descobrindo seu enorme mundo de criação que pode ser feito atrás de uma simples peça, nesse projeto eu uso um Arduino Uno, tenho 2 Relé de 8 Canais e um modulo ethernet, e um pouco de programação no Arduino. eu tinha uns vídeos do sistema funcionando, mas acabei perdendo. porque meu telefone quebrou.

Na época eu conseguia ligar a luz do meu quarto, ligar o computador, ligar a Tv, ligar o carregador do telefone. era pouca coisa, mas era o bastante para mim eu ligava e desligava tudo independentemente tudo por voz ou pelo telefone, eu ia fazer a casa toda, mas acabamos nos mudando então parei com o projeto. além de ligar e desligar coisas eu tinha implantado um sistema de temperatura. mas não coloquei o sensor de temperatura do Arduino porque eu acabei queimando-o num teste que fiz, então adaptei para ele pegar a temperatura do Google, então eu sabia a temperatura do dia se estava chovendo ou com sol, eu podia abrir alguns aplicativos também por comando de voz, mas não muitos.

Eu escolhi um novo problema, os semáforos.

**Qual é o problema?**

Tempo de espera em semáforos

**Qual foi a solução proposta?**

Minha solução inteligente é que os semáforos tenham comunicação entre si para assim diminuir os engarrafamentos, e que os carros obtenham informações de uma central sobre o trânsito. o sistema poderá determinar as posições dos carros e, assim, flexibilizar o tempo de abertura e fechamento dos semáforos. Ou, ainda, o sistema poderá analisar o fluxo para mudar aquela situação que é lei quando você está atrasado: pegar o sinal vermelho em absolutamente todos os semáforos de uma avenida.

**Qual a relação com a internet das Coisas e as Cidades Inteligentes?**

Pois usando da tecnologia, ajudará a cidade a evoluir e ter um melhor movimento, facilitando a vida das pessoas.

**Quais conceitos de Eletrodinâmica estão presentes nessa solução inteligente?**

Associação mista de resistores.

**Como isso facilita a vida das pessoas?**

Isso irá diminuir o tempo de espera nas ruas, engarrafamentos e o stress que isso causa nas pessoas.

**Quais componentes eletrônicos seriam usados na solução inteligente?**

Sensores de movimento, câmeras, gps.

***Qual é o problema?***

*Falta de médicos, a qualidade dos atendimentos, a falta de medicamentos (bem como o aviso equivocado sobre a disponibilidade) e de precisão para os diagnósticos.*

***Qual a solução proposta?***

*Um aplicativo como uma versão mais completa e definitiva do que este que o estado do Rio Grande do Sul criou para as pessoas que estão com suspeita de Covid-19. Ele possibilitaria que as informações fossem programadas e o paciente selecionaria todos os seus sintomas e para não ficar de modo geral, pois assim poderia ser várias doenças com sintomas parecidos, ele faria um processo de filtro e especificações de cada sintoma. A partir disso, o aplicativo sugeriria o que ele poderia ter e já qual medicamento tomar. Desta forma, o paciente verificaria também se o medicamento está disponível na farmácia popular e, caso não esteja, conseguiria encomendar e agendar para buscar. O aplicativo avisaria quando chegasse, com a possibilidade de ser antes do previsto.*

***Qual a relação com a Internet das Coisas e as Cidades Inteligentes?***

*Este aplicativo seria uma solução totalmente conectada à IoT e às Cidades Inteligentes justamente por ter conexão tecnológica que liga o paciente ao que ele procura de forma fácil, somente baixando o mesmo no seu celular.*

***Como isso facilita a vida das pessoas?***

*Além de acessível, o aplicativo tornaria muito mais rápido e ágil a parte da detecção dos sintomas presentes, com pequena margem de erro. Seria apenas baixá-lo e responder ao questionário o que está sentindo ao invés de aguardar em filas, fazer exames demorados e esperar diagnósticos.*

***Quais componentes eletrônicos seriam usados na solução inteligente?***

*Celular, computador, tablet ou qualquer dispositivo que seja possível baixar o aplicativo.*

O primeiro estudante traz uma narrativa de um projeto desenvolvido por ele a fim de automatizar a sua casa. Percebe-se que a intenção dele é facilitar a sua vida cotidiana, como é a proposta da IoT, utilizando-se de alguns componentes eletrônicos. Talvez, em um futuro, a solução inteligente desse estudante possa vir a facilitar a vida de outras pessoas também, e a intenção é justamente reduzir as tarefas mecânicas que fazemos em nosso cotidiano.

O segundo estudante traz um problema associado ao município, quanto aos semáforos que não possuem sincronismo entre si, impedindo que o trânsito flua da melhor maneira possível nos horários em que há grande fluxo de veículos. Na solução inteligente proposta, o estudante propõe uma ligação entre os semáforos e identifica que, para que seja possível a sua solução, deve-se usar uma associação mista de componentes eletrônicos.

O terceiro estudante identifica como problema o atendimento na saúde em épocas de pandemia e propõe como solução a implementação de um aplicativo para celular que faça a filtragem de pacientes. Vê-se que essa é uma forma que o estudante acredita que irá evitar aglomerações e reduzir filas nos postos e hospitais. Além disso, é possível perceber que a proposta do aplicativo é algo bem interessante, pois pode ser transposto para outras situações e não apenas para a situação pandêmica vivida.

Observa-se que as três situações propostas estão intimamente ligadas ao cotidiano dos estudantes, além disso é possível constatar que eles estão utilizando os conhecimentos estudados na proposição de soluções para facilitar o seu cotidiano. Nos PCNs, quando se diz que o estudante deve ser um ser ativo na realidade em que se encontra, significa que ele deve ter um olhar crítico sobre a sua realidade e, imbuído de informações, propor mudanças ou soluções para um dado problema. Na PHC, quando se fala em subsídios para formação cidadã, refere-se a fornecer momentos, semelhantes a esse, em que o estudante se coloque como cidadão e proponha soluções fazendo uso de conhecimento científico. Com essa atividade, teve-se uma primeira aproximação com o STEM, pois, inicialmente, os estudantes tiveram que identificar um problema em sua realidade. Em seguida, eles tiveram que propor sua solução de uma forma prática, integrando as quatro áreas da abordagem STEM: Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo apresentado pretendeu analisar as potencialidades de uma proposta didática de ensino de Eletrodinâmica num contexto de Cidades Inteligentes, em turmas do 3º Ano do Ensino Médio noturno, em um ambiente remoto. Como resultado da pesquisa, foi desenvolvido um Produto Educacional estruturado segundo os passos da Pedagogia Histórico-Crítica e apoiado sobre a abordagem STEM. Esse material está na forma de sequência didática, destinada a professores de Física da Educação Básica.

A investigação teve sua origem após verificar que a Eletrodinâmica, conhecimento que possui uma vasta aplicabilidade no cotidiano, resume-se à aplicação de equações matemáticas. Aqui não é uma crítica a esse método, pois sabe-se que as aplicações de equações matemáticas para a resolução de problemas favorecem o desenvolvimento do pensamento lógico matemático dos estudantes, porém, em excesso, não faz sentido ao estudante e não desenvolve outras competências que devem ser desenvolvidas ao longo do Ensino Médio. Mais especificamente as competências sinalizadas nos PCNS (BRASIL, 1999, p. 76):

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.

Há também a questão da formação cidadã, devendo ser dados subsídios ao longo da Educação Básica para que o estudante seja atuante na realidade a qual está inserido. Ou seja, além do conhecimento científico, é necessário que sejam fornecidos subsídios para que se torne um cidadão. Como afirmam os PCNS, o estudante deve se constituir um “cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade” (BRASIL, 1999, p. 59). Para que isso aconteça, durante a etapa escolar devem ser fornecidos momentos de aprendizagem significativos.

Uma das teorias que contempla todas as faces do conhecimento (dimensões do conteúdo) e fornece subsídios para a formação cidadã é a teoria da Pedagogia Histórico-Crítica. Segundo essa teoria, fundamentada no tripé prática-teoria-prática, a aprendizagem se torna significativa quando o estudante parte de situações de sua vivência, compreende um

fenômeno por meio do conhecimento sistematizado e retorna à prática social. O ponto de partida é o mesmo do ponto de chegada, porém, no primeiro, o estudante tem uma visão caótica do conhecimento e, no segundo, ele tem uma visão sincrética da realidade.

Uma segunda abordagem que se acredita complementar a PHC é o STEM, que, em resumo, é uma abordagem que une quatro áreas do conhecimento para a resolução de um problema. Aqui temos o forte desenvolvimento do protagonismo do estudante e da sua autonomia na busca por conhecimentos. Em sua realidade, o estudante identifica um problema, busca conhecimentos e coloca-os em prática a fim de resolvê-lo.

As duas teorias se aproximam na medida em que elas têm como fundamento o tripé prática-teoria-prática. Em ambas as situações, os conhecimentos dos estudantes saem ampliados quando comparados aos conhecimentos iniciais. Também se assemelham nos seus pontos de partida e de chegada, o cotidiano do estudante.

Tendo em vista toda a contextualização, a pergunta a ser respondida nessa pesquisa foi: Quais são as possibilidades que a temática Cidades Inteligentes abre para o ensino de Eletrodinâmica? Para responder a essa pergunta, foi elaborado um Produto Educacional na forma de sequência didática estruturado segundo os passos propostos pela PHC e apoiado sobre a abordagem STEM. A sequência didática, de 14 encontros, foi aplicada em três turmas do terceiro Ano do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Carazinho-RS. O Produto Educacional desenvolvido previa um ambiente presencial, porém, com o advento da pandemia da *Covid-19*, a aplicação se deu de forma remota, sendo divididos os encontros de forma síncrona e assíncrona. Os dados obtidos foram analisados segundo os passos propostos pela teoria da PHC.

Os dados revelam que a abordagem contextualizada por meio das Cidades Inteligentes proporcionou uma maior participação dos estudantes nas discussões dos conhecimentos científicos. Por fazer parte do cotidiano dos estudantes, motivou-os, além de possibilitar que eles trouxessem as suas vivências para o ambiente de aprendizagem. Assim como é sinalizado pela PHC, o processo inicia e finaliza na prática social do estudante, pois, assim, o conteúdo a ser estudado faz mais sentido para ele. Outro fator relevante a ser relatado é a presença de debates contemporâneos por meio da IoT e das Cidades Inteligentes. Assim como é citado na BNCC, a escola deve “incorporar aos currículos e às propostas pedagógicas a abordagem de temas contemporâneos que afetam a vida humana em escala local, regional e global, preferencialmente de forma transversal e integradora” (BRASIL, 2019, p. 19). Também, vale destacar que, com a temática das Cidades Inteligentes como contexto para o ensino de Eletrodinâmica, foi possível os estudantes perceberem a necessidade do conhecimento para a

compreensão de como as tecnologias associadas e os equipamentos elétricos fazem uso da Eletrodinâmica.

A primeira categoria de análise, Prática Social Inicial, mostrou que a apresentação do tópico, subtópicos e objetivos de aprendizagem fez desaparecer a clássica pergunta do para que vou usar isso na minha vida? ficando mais claros os motivos pelos quais esses conhecimentos foram incluídos para estudo e fazendo-os perceberem que esses conhecimentos se fazem presentes em situações do seu cotidiano.

A segunda categoria de análise, Problematização, demonstrou que o uso de perguntas associadas as suas vivências são bem mais efetivas e proporcionam uma participação maior dos estudantes. Ao passo que as perguntas mais técnicas proporcionam uma menor interação, por mais que alguns estudantes já tenham, em algum momento, estudado algo sobre o conteúdo.

A terceira categoria de análise, Instrumentalização, demonstrou que o uso de diversas metodologias, não somente quadro e giz, proporciona aos estudantes uma aprendizagem mais significativa. Uma aula expositiva-dialogada-investigativa proporciona um significado maior aos estudantes, pois, com o andar dos diálogos, o professor consegue ir identificando e propondo novas ações que venham a tornar a aprendizagem mais significativa. Também, o uso de simuladores virtuais, como o Phet, possibilitou aos estudantes visualizarem fenômenos que, por vezes, são difíceis de imaginar e auxiliou-os na formação de conceitos, assim como as atividades de sistematização, diferentes das utilizadas em sala de aula, como tarefa modelo para a resolução de outras atividades. Estas possibilitam ao professor verificar o domínio conceitual e matemático dos estudantes, dois eixos fundamentais da Física. Com essa diversidade de metodologias e estratégias, verificou-se que os estudantes estavam mais motivados e participativos se comparados a uma aula expositiva clássica.

A quarta categoria de análise, Catarse, mostrou os diversos domínios dos conteúdos segundo as dimensões trabalhadas. Uma ênfase maior é dada pelos estudantes às dimensões que fazem parte do momento atual vivido, o que indica que essas preocupações associadas ao seu cotidiano foram expressas ao longo do estudo dos conteúdos e que se refletiram na sua síntese mental ou escrita.

A quinta categoria de análise, Prática Social Final, demonstrou que, de posse do conhecimento, o estudante pode sim ser um sujeito ativo e atuante na realidade em que se encontra, porém é necessário que, ao longo do processo de ensino e aprendizagem, sejam fornecidos diversos momentos para que os estudantes possam expressar seus conhecimentos e suas opiniões sobre um determinado tema. Por isso é necessário que as dimensões do

conhecimento, não apenas a científica, se faça presente ao longo do processo de ensino-aprendizagem e que as perguntas problematizadoras associadas ao conteúdo sejam respondidas ao longo do estudo dos conteúdos escolares.

Antes de finalizar, cabe destacar algumas limitações dessa pesquisa. Como ela foi desenvolvida em um ambiente remoto, ao longo dos encontros houve uma rotatividade significativa de estudantes. Essa oscilação no número de participantes não causou, contudo, impacto significativo nos dados obtidos na pesquisa. Acredita-se que, se fosse em um ambiente presencial, os resultados seriam ainda melhores que os obtidos. Vale destacar também que, por mais que o Produto Educacional tenha sido aplicado em um ambiente remoto, ele se mostrou flexível quanto a sua aplicação. Uma limitação bem significativa, que não se pode deixar de destacar, foi quanto ao desenvolvimento das soluções inteligentes; na versão original do Produto Educacional, estavam previstos momentos de construção de soluções inteligentes, com o uso do Arduino, o que não se concretizou, nem mesmo a apresentação das propostas para o grande grupo, devido ao acúmulo de atividades de outras disciplinas ocasionado pelo ensino remoto.

Acredita-se que a PHC possa ser forte aliada ao ensino de Ciências Naturais, em especial à Física, pois, como enfatizado em vários momentos dessa pesquisa, ela traz consigo as vivências dos estudantes para dentro de sala de aula, possibilita ao professor atuar como mediador dos conhecimentos e ao estudante como construtor de seu conhecimento. Outro fator relevante são as possibilidades que o trabalho com a PHC pode trazer, como o debate de temas contemporâneos e a abertura para discussões sobre situações vividas que poderiam ser questionadas e não são. Ou seja, proporciona ao educando se tornar um cidadão atuante na sociedade em que se encontra.

Por fim, como proposta para futuras pesquisas e aprofundamento, sugere-se o uso da Teoria da PHC aplicada às Ciências da Natureza, ou, também, as potencialidades que diversas metodologias no ensino proporcionam para um maior engajamento dos estudantes, tendo como base a teoria da PHC.

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA EFE, *Mais de 800 milhões de pessoas no mundo não têm acesso à energia elétrica, diz Banco Mundial*. 22 maio 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/05/22/mais-de-800-milhoes-de-pessoas-no-mundo-nao-tem-acesso-a-energia-eletrica-diz-banco-mundial.ghtml>>. Acesso em: 3 dez. 2019.
- ALMEIDA, Ana L. M.; CONCEIÇÃO, Sheilla A.; SCHNEIDER, Henrique N. ProInfo: uma proposta para a inserção das TICs na Educação Brasileira. *Revista Tempos e Espaços em Educação*. São Cristóvão, v. 2, n. 2, p. 91-106, 2009. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/1d4f/c2fc9f7c32ba7aa57263ca72475091ad54d.pdf>>. Acesso em: 23 ago. 2020.
- BARBOSA, Wagner P. *Uma proposta de ensino de Eletrodinâmica: associando recursos tecnológicos do Phet à discussão significativa de conceitos do GREF*. 2019. 131 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=7767927#>](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=7767927#>). Acesso em: 2 mar. 2021.
- BARRETO, Diego S. *Eletrodinâmica no Ensino Médio: uma construção de conhecimentos por meio de experimentos orientados*. 2019. 100 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Departamento de Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2019. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/26989/1/texto%20completo.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2019.
- BARROS, Petrus M. *Construção de uma unidade de ensino potencialmente significativa sobre conceitos da Eletrodinâmica*. 2015. 141 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Disponível em: <[https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/19761/1/2015\\_PetrusMarcelinoBarros.pdf](https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/19761/1/2015_PetrusMarcelinoBarros.pdf)>. Acesso em: 17 nov. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <[http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2021.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais + (PCN +) Ciências da Natureza e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, 2002.
- CARRARO, Francisco L.; PEREIRA, Ricardo F. O uso de simuladores virtuais do PHET como metodologia de ensino de Eletrodinâmica. *Cadernos PDE*. Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor PDE. 2014. Disponível em: <[http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes\\_pde/2014/2014\\_uem\\_fis\\_artigo\\_francisco\\_luiz\\_carraro.pdf](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uem_fis_artigo_francisco_luiz_carraro.pdf)>. Acesso em: 28 fev. 2021.

COIMBRA, Camila L. A aula expositiva dialogada em uma perspectiva Freireana. In: ENCONTRO NACIONAL DE DIDÁTICA E PRÁTICA DE ENSINO, 18, 2016, Cuiabá. *Anais...* Cuiabá: UFMT, 2016, p. 7260-7273. Disponível em: <[https://www.ufmt.br/endipe2016/downloads/233\\_11007\\_38150.pdf](https://www.ufmt.br/endipe2016/downloads/233_11007_38150.pdf)>. Acesso em: 13 jun. 2020.

COSTA, Luciano G.; BARROS, Marcelo A. O ensino da Física no Brasil: Problemas e desafios. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 13, 2015, Curitiba. *Anais...* Curitiba: EDUCERE, 2015. p. 10980-10989. Disponível em: <[https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/21042\\_8347.pdf](https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/21042_8347.pdf)>. Acesso em: 16 nov. 2019.

FARIAS, José E. P.; ALENCAR, Marcelo S.; LIMA, Ísis A.; Alencar, RAPHAEL T. Cidades Inteligentes e comunicações. *Revista de Tecnologia da Informação e comunicação*, [S.L], v. 1, n. 1, p. 28-32, 2011. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Marcelo\\_Alencar/publication/270506186\\_Cidades\\_Inteligentes\\_e\\_Comunicacoes/links/56152dc208ae4ce3cc652323/Cidades-Inteligentes-e-Comunicacoes.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Marcelo_Alencar/publication/270506186_Cidades_Inteligentes_e_Comunicacoes/links/56152dc208ae4ce3cc652323/Cidades-Inteligentes-e-Comunicacoes.pdf)>. Acesso em: 26 nov. 2019.

FAVERO, Altair A.; GABOARDI, Ediovani A. (Coord.). *Apresentação de trabalhos científicos: normas e orientações práticas*. 5. ed., rev. e ampl. Passo Fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 2008.

FREITAS, Daniel. Indústria 4.0 e educação em ciências no Brasil: perspectivas STEM e Freire-PLACTS no horizonte de disputas por suas afirmações. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 12, 2019, Natal. *Anais...* Natal: UFRN, 2019, p. 1-7. Disponível em: <<http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R1628-1.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2020.

GASPARIN, João L. *Uma didática para a Pedagogia Histórico-Crítica*. 5. ed. rev. Campinas: Autores Associados, 2015.

GERHARDT, Tatiana E.; SILVEIRA, Denise T. *Métodos de Pesquisa*. Porto Alegre: UFRGS, 2009. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>>. Acesso em: 22 set. 2019.

GIL, Antônio C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, Adriana; PEREIRA, Adriana S. *Sala digital desenvolvendo aprendizagem*. 2011. 19 f. TCC (Especialização em Mídias na Educação) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012. Disponível em: <[https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/2041/Goncalves\\_Adriana\\_Cristina\\_Zimmermann.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/2041/Goncalves_Adriana_Cristina_Zimmermann.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>. Acesso em: 11 jul. 2020.

KOCK, Anderson. *A resolução de problemas como estratégia para o ensino de Eletrodinâmica*. 2013. 189 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Fundação Universidade Regional de Blumenau, 2013. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=82632#](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=82632#)>. Acesso em: 2 mar. 2021.

LATOSINSKI, Elder S. *Uma proposta inovadora para o ensino de temas estruturantes de Física a partir de conceitos de Eletrodinâmica*. 2013. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em:

<<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/78479/000899491.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 21 ago. 2020.

LIMA, Michele. Um olhar sobre as coisas: mapeando não humanos nas descobertas midiáticas por streaming ao vivo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO, 38, 2015, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: UFRJ, 2015, p. 1-8. Disponível em: <<http://portalintercom.org.br/anais/nacional2015/resumos/R10-0554-1.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2019.

LINS, Francisco A. V.; OLIVEIRA, Elwis G.; BATISTA, Lucas F.; ABRANTES, Ariana L. F. O uso da metodologia STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) no ensino de Química: Uma proposta a ser aplicada. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, 6, 2019, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: Realize Editora, 2019. p. 1-5. Disponível em:

<[https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO\\_EV127\\_MD4\\_SA19\\_ID641\\_23092019134533.pdf](https://editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2019/TRABALHO_EV127_MD4_SA19_ID641_23092019134533.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2021.

LUCIANO FILHO, Artur. *Laboratório didático investigativo: o ensino de Física com o uso do Arduino*. 2016. 165 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Paulo, 2016. Disponível em:

<[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=3610408#](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3610408#)>. Acesso em: 02 mar. 2021.

MACHADO, Eduardo S.; GIOTTO JÚNIOR, Gildo. Interdisciplinaridade na investigação dos princípios do STEM/STEAM education: definições, perspectivas, possibilidades e contribuições para o ensino de química. *Scientia naturalis*, Rio Branco, v. 1, n. 2, p. 43-57, 2019, Disponível em: <<https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/2492/1422>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

MARTINS, Marcelo R. *O uso da plataforma microcontrolada Arduino no ensino de Eletrodinâmica*. 2016. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2016. Disponível em:

<<http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/mpec/files/2016/02/O-Uso-da-Plataforma-Microcontrolada-Arduino-no-Ensino-de-Eletrodin%C3%A2mica.-Marcelo-Martins.pdf>>. Acesso em: 7 ago. 2020.

MASETTO, Marcos T. *Didática: a aula como centro*. São Paulo: FTD, 1997.

MELO, Weverton F. M.; MACIEL, Alexandre M. A.; RODRIGUES, Rodrigo L.; GOKHALE, Anu A. Validação de uma escala de mensuração de atitude em STEM em um contexto brasileiro na Universidade de Pernambuco utilizando análise fatorial confirmatória. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 1-10, 2018. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/86058>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

MOREIRA, Marco A. Grandes desafios para o ensino de Física na educação contemporânea. *Revista do Professor de Física*, Brasília, v. 1, n. 1, p. 1-13, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.unb.br/index.php/rpf/article/view/7074>>. Acesso em: 5 nov. 2019.

MOREIRA, Marco A. *¿Al final, qué es aprendizaje significativo?* Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/alfinal.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2021.

MÜLLER, Angela D. E. *Esquemas conceituais como recurso de ensino, aprendizagem e avaliação na Eletrodinâmica em nível médio*. 2014. 148 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=1783808#](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=1783808#)>. Acesso em: 2 mar. 2021.

OLIVEIRA, Marilda O. Diário de aula como instrumento metodológico da prática educativa. *Revista Lusófona de Educação*, [S.l.], v. 27, n. 27, p. 111-126, 2014. Disponível em: <<https://revistas.ulusofona.pt/index.php/rleducacao/article/view/4833/3249>>. Acesso em: 22 out. 2019.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. *World Urbanization Prospects, The 2011 revision, 2012*. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/wup/index.htm>>. Acesso em: 16 nov. 2019.

PAIVA, Jacinta; MORAIS, Carla; PAIVA, João. Referências importantes para a inclusão coerente das TIC na educação numa sociedade “sistêmica”. *Educação, formação & tecnologias*, América do Norte, v. 3, n. 2, p. 5-17, 2010. Disponível em: <<http://www.eft.educom.pt/index.php/eft/article/view/138/106>>. Acesso em: 22 ago. 2020.

PASSERO, Guilherme; ENGSTER, Nélia E. W.; DAZZI, Rudimar L. S. Uma revisão sobre o uso das TICs na educação da geração Z. *Novas Tecnologias na educação*, Porto Alegre, v. 14, n. 2, p. 1-8, 2016. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/70652/40081>>. Acesso em: 4 jul. 2020.

PEREIRA, Marta M.; ABID, Maria L. V. S. Memória, cognição e afetividade: um estudo acerca de processos de retomada em aulas de Física no Ensino Médio. *Ciência e educação*, São Paulo, v. 22, n. 4, p. 855-873, 2016. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2510/251048757003.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

PONTE, João P. Tecnologias de informação e comunicação na formação de professores: que desafios. *Revista Ibero-americana de educação*, Lisboa, n. 24, p. 63-90, 2000. Disponível em: <[http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/00-Ponte-TIC%20\(rie24a03\).pdf](http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/jponte/docs-pt/00-Ponte-TIC%20(rie24a03).pdf)>. Acesso em: 22 ago. 2020.

PRADO, Ramon T. *Utilização do diagrama V em atividades experimentais de Física em sala de aula de Ensino Médio*. 2015. 114 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015. Disponível em: <[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=2821679#](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2821679#)>. Acesso em: 2 mar. 2021.

PUGLIESE, Gustavo O. *Os modelos pedagógicos de ensino de ciências em dois programas educacionais baseados em STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics)*. 2017. 135 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Biologia Molecular) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017. Disponível em: <[http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/331557/1/Pugliese\\_GustavoOliveira\\_M.pdf](http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/331557/1/Pugliese_GustavoOliveira_M.pdf)>. Acesso em: 22 nov. 2019.

PUGLIESE, Gustavo O. STEM Education – um panorama e sua relação com a educação brasileira. *Currículo sem Fronteiras*, [S.l.], n. 20, p. 209-232, 2020. Disponível em: <<http://curriculosemfronteiras.org/vol20iss1articles/pugliese.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2021.

RAMINELLI, Ulisses J. *Uma sequência didática estruturada para integração do smartphone às atividades em sala de aula: desenvolvimento de um aplicativo para a Eletrodinâmica*. 2016. 201 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2016. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/148579/raminelli\\_uj\\_me\\_prud.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/148579/raminelli_uj_me_prud.pdf?sequence=3&isAllowed=y)>. Acesso em: 16 nov. 2019.

RODRIGUES, Sandra S.; FORTES, Renata P. M. Uma revisão sobre acessibilidade no desenvolvimento de Internet das Coisas: oportunidades e tendências. *Revista de Sistemas e Computação*, Salvador, v. 9, n. 1, p. 19-40, 2019. Disponível em: <<https://revistas.unifacs.br/index.php/rsc/article/view/5708>>. Acesso em: 22 nov. 2019.

SAMPAIO, Marisa N.; LEITE, Lígia S. *Alfabetização tecnológica do professor*. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

SANTOS, Bruno P.; SILVA, Lucas A. M.; CELES, Clayson S. F. S.; BORGES NETO, João B.; PERES, Bruna S.; VIEIRA, Marcos A. M.; VIEIRA, Luiz F. M.; GOUSSEVSKAIA, Olga N.; LOUREIRO, Antonio A. F. *Internet das coisas: da Teoria à Prática*. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p. 1-50, 2016. Disponível em: <<https://homepages.dcc.ufmg.br/~mmvieira/cc/papers/internet-das-coisas.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2019.

SANTOS, César S. *Ensino de Ciências – Abordagem Histórico-Crítica*. Campinas: Armazém do Ipê (Autores Associados), 2010.

SANTOS, César S. *Ensino de Ciências: abordagem histórico-crítica*. Campinas: Armazém do Ipê, 2005.

SAVIANI, Dermeval. *Escola e democracia*. 42. ed. rev. Campinas: Autores Associados, 2012.

SAVIANI, Dermeval. *Escola e democracia: polêmicas do nosso tempo*. 32. ed. Campinas: Autores Associados, 1999.

SILVA, Alexandre A. M. *O ensino por investigação em laboratório aberto como proposta didática no ensino de Eletrodinâmica*. 2017. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Centro de Educação, Letras e Saúde, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, 2017. Disponível em:

<[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=5177263#](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5177263#)>. Acesso em: 2 mar. 2021.

SILVA, Marcelo. *Eletrodinâmica no Ensino Médio: uma sequência didática apoiada nas tecnologias e na experimentação*. 2016. 75 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Instituto de Ciências Exatas e Geociências, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016. Disponível em:

<[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=3983024#](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=3983024#)>. Acesso em: 2 mar. 2021.

SINGER, Talyta. Tudo conectado: conceitos e representações da internet das coisas. In: SIMPÓSIO EM TECNOLOGIAS DIGITAIS E SOCIABILIDADE, 2, 2012, Salvador. *Anais...* Salvador: UFBA, 2012, p.1-15. Disponível em: <<http://files.educacao-e-tics.webnode.com/200000031-3af843cee5/Internet%20das%20Coisas%20-%20IOT%20Talyta%20Singer.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2019.

SOARES, Vando K. S. *Desenvolvimento do conhecimento físico com a aprendizagem baseada em problemas: análise das interações discentes*. 2017. 146 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017. Disponível em:

<[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=5025818#](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5025818#)>. Acesso em: 2 mar. 2021.

SOUZA JUNIOR, Domingos R. *O ensino de Eletrodinâmica em uma perspectiva investigativa: analisando os desdobramentos sobre a aprendizagem de estudantes*. 2014. 178 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2014. Disponível em:

<[https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=2352778#](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=2352778#)>. Acesso em: 12 nov. 2019.

TRENTIN, Marco A. S.; SILVA, Marcelo; Rosa, Cleci T. W. Eletrodinâmica no Ensino Médio: uma sequência didática apoiada nas tecnologias e na experimentação. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, São Paulo, v. 9, n. 5, p. 94-113, 2018. Disponível em: <<http://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/1302/1044>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

VASCONCELLOS, Celso S. *Construção do conhecimento em sala de aula*. São Paulo: Libertad, 1999.

VIGOTSKI, Levy. S. *A formação social da mente*. 7. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2007.

VISCOVINI, Ronaldo C.; SILVA, Dayson M.; ÁVILA, Eduardo A.; MARTON, Ítalo L. A.; SANTOS, Marcio A.; BALISCEI, Marcos P.; OLIVEIRA, Marina A. F.; SANTOS, Renato R.; SABINO, Ana C.; GOMES, Eliane S.; PASSOS, Marinez M.; ARRUDA, Sergio M. Maquete didática de um sistema trifásico de corrente alternada com Arduino: ensinando sobre a rede elétrica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, [S. l.], v. 32, n. 3, p. 856-869, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2015v32n3p856/30640>>. Acesso em: 19 nov. 2019.

WEISS, Marcos C.; BERNARDES, Roberto C.; CONSONI, Flavia L. Cidades Inteligentes: casos e perspectivas para as cidades brasileiras. In: CONGRESSO LATINO-IBEROAMERICANA DE GESTÃO DE TECNOLOGIA, 15, 2013, Porto. *Anais...* Porto: Altec, 2013, p. 1-18. Disponível em: <[http://www.altec2013.org/programme\\_pdf/1511.pdf](http://www.altec2013.org/programme_pdf/1511.pdf)>. Acesso em: 24 nov. 2019.

ZABALZA, Miguel A. *Diários de aula* – um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional. Porto Alegre: Artmed, 2004.

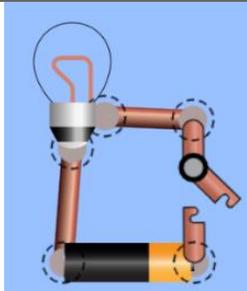
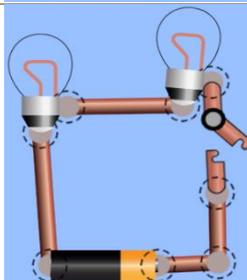
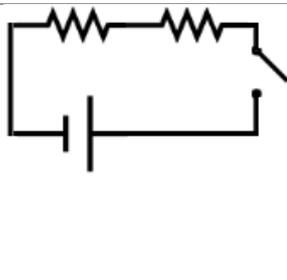
ZIENTARSKI, Simone; WEYH, Cênio B. Dilemas e desafios da educação pública brasileira em Florestan Fernandes. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE ALFABETIZAÇÃO, 10, 2017, Santo Ângelo. *Anais...* Santo Ângelo: UNIJUI, 2017, p. 1-12. Disponível em: <<https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/alfabetizacao/article/view/8612>>. Acesso em: 25 mar. 2021.

**APÊNDICE A - Material respondido com os estudantes sobre a associação em série de resistores**

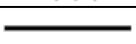
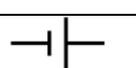
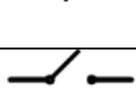
	<b>ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO CÔNEGO JOÃO BATISTA SORG</b>		
	Professor: Bruno Reinaldo da Silva Ano: <u>3º Ano</u> Disciplina: Física    Curso: <u>EM</u> Área: <i>Ciências da Natureza</i>		

**ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE DE RESISTORES**

Observe os circuitos abaixo:

Circuito	Representação
	
	

1- Indique o que representa cada figura abaixo:

	Lâmpada (resistor)
	Fio
	Pilha (gerador) – A barra menor é o polo negativo e a barra maior o positivo.
	Interruptor

2- O que acontece com os elétrons quando a chave do circuito acima é ligada? Por que isso acontece?

Os elétrons começaram a se movimentar, pois o circuito foi fechado.

3- Os elétrons que passam na primeira lâmpada e na segunda lâmpada, do segundo circuito, são os mesmos? Justifique sua resposta.

Os mesmos elétrons que passam pelo primeiro passam pelo segundo, pois os elétrons têm um único caminho para percorrer.

4- Considere que a diferença de potencial nos dois circuitos é de 100 V, e a resistência de cada uma das lâmpadas é de 25 ohm. Qual é a diferença de potencial gerada no resistor do primeiro circuito? E a gerada em cada resistor no segundo circuito?

No primeiro circuito será os próprios 100 V e no segundo será de 50 V para cada um dos resistores.

5- Se, no segundo circuito, fôssemos substituir os dois resistores por um, chamado de resistor equivalente, qual seria o seu valor? Por quê?

Substituiríamos por um de 50 ohms, pois a intensidade da corrente elétrica diminui.

6- Se no segundo circuito a ddp fosse de 120 V e os resistores fossem de 20 ohms e 40 ohms respectivamente, qual seria o valor da intensidade da corrente elétrica e a ddp em cada resistor?

A intensidade da corrente seria de 2A para cada um dos resistores.

7- O que acontece se somarmos as ddps em cada circuito? É igual a qual valor?

Se somarmos as ddps de cada um dos resistores, encontraremos a ddp do circuito.

#### Em resumo:

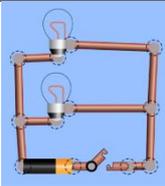
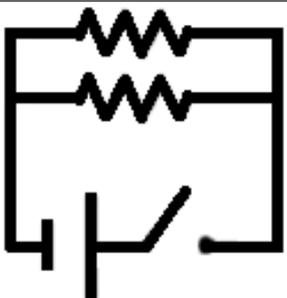
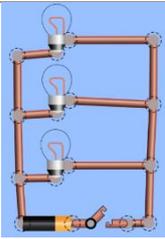
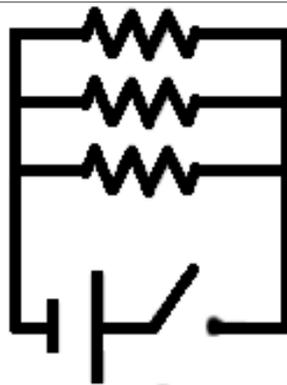
- Dois ou mais **Resistores** estão associados em **série** quando tem um único **caminho** para os **elétrons** fluírem.
- A **intensidade da corrente elétrica** do circuito em uma associação de resistores em **série** é igual a **intensidade da corrente elétrica** em cada resistor.
- Para determinar a **resistência equivalente** somam-se os **resistores** associados.
- Para determinar a **diferença de potencial** do circuito somam-se as **ddps** de cada um dos **resistores** associados, ou seja,  $U = U_1 + U_2 + \dots$
- A **ddp** e a **intensidade da corrente elétrica** em cada **resistor** são calculadas pela fórmula  $U=r.i$ .

## APÊNDICE B - Material respondido com os estudantes sobre a associação em paralelo de resistores

	<p><b>ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO CÔNEGO JOÃO BATISTA SORG</b></p> <p>Professor: Bruno Reinaldo da Silva</p> <p>Ano: <u>3º Ano</u>    Disciplina: Física    Curso: <u>EM</u>    Área: <u>Ciências da Natureza</u></p>
---	---

### ASSOCIAÇÃO EM PARALELO DE RESISTORES

Observe os circuitos abaixo:

Circuito	Representação
	
	

1- Qual a diferença entre uma associação de resistores em série e uma em paralelo?

Na associação em série, se uma queima as demais não funcionam.

Na associação em paralelo, se uma queima as demais permanecem funcionando.

A energia gasta na associação em série é maior que na associação em paralelo.

2- Os elétrons que passam na primeira lâmpada e na segunda lâmpada, do primeiro circuito, são os mesmos? Justifique sua resposta.

Os elétrons que passam na lâmpada de cima não são os mesmos da lâmpada de baixo.

3- O que acontece com as demais lâmpadas se uma das lâmpadas dos circuitos acima queimar? Por que isso acontece?

A lâmpada que está queimada para de funcionar, porém as demais continuam.

4- Considere que a diferença de potencial nos dois circuitos é de 9 V, e a resistência de cada uma das lâmpadas é de 27 ohm. Qual é a diferença de potencial gerada nos resistores do primeiro circuito? E a gerada nos resistores no segundo circuito?

9V, 9V

5- Se nos dois circuitos fôssemos substituir todos os resistores de cada associação por um resistor, qual seria o seu valor? Por quê?

Se tivermos dois resistores de 20 ohms, o resistor equivalente será de 10 ohms.

6- Se no primeiro circuito a ddp fosse de 6 V e os resistores fossem de 3 ohms e 6 ohms respectivamente, qual seria o valor da ddp e da intensidade da corrente elétrica em cada resistor?

A ddp seria de 6V e as correntes seriam, respectivamente, 1A e 2A.

7- O valor resultante da adição das intensidades da corrente elétrica de cada resistor do circuito é igual a qual valor?

3A = Intensidade da corrente do circuito.

#### Em resumo:

- Dois ou mais **resistores** estão associados em **paralelo** quando tem mais de um **caminho** para os **elétrons** fluírem.
- A **intensidade da corrente elétrica** do circuito em uma associação de resistores em **paralelo** é igual à soma das **intensidades das correntes** em cada resistor.
- A **ddp** em cada um dos resistores de uma associação de resistor em **paralelo** é igual à **ddp** do circuito.
- Para determinar a **resistência equivalente** do circuito somam-se os inversos das **resistências** de cada um dos **resistores** associados, ou seja,  $\frac{1}{r_{eq}} = \sum \frac{1}{r_n}$ .
- A **intensidade da corrente elétrica** e a **ddp** em cada **resistor** são calculadas pela fórmula  $U=r.i$ .

**ANEXO A - Atestado de aplicação do Produto Educacional**

ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO CÔNEGO JOÃO BATISTA SORG  
Decreto Estadual de Criação de Escola nº 13027 de 12/01/1962 D.O. 12/01/1962  
Portaria Estadual de Alteração de Designação nº 113 de 19/04/2000 D.O. 20/04/2000  
Parecer Estadual de Credenciamento nº 233 de 11/03/2011 D.O. 11/03/2011  
Fone: (54) 3331-1696 E-mail: conegojoabatistasorg39cre@educar.rs.gov.br

**CERTIFICAÇÃO DE APLICAÇÃO DE PRODUTO EDUCACIONAL**

Por este instrumento, a Escola Estadual de Ensino Médio Cônego João Batista Sorg, inscrita no CNPJ sob nº 92.941.681/0001-00, com sede na Rua Marechal Floriano, nº 688, Centro, na cidade de Carazinho/RS, certifica que **Bruno Reinaldo da Silva**, portador do RG 1112202088, desenvolveu o produto educacional "Sequência didática para o ensino de Ensino de Eletrodinâmica". O produto foi aplicado em turmas do Terceiro Ano do Ensino médio, no turno noturno, no período de 29/09/2020 a 24/11/2020. Esse material foi aplicado em momentos síncronos e assíncronos.

Carazinho, 31 de março de 2021.

Tales Henrique Albarello

Diretor  
ID 3741958/01  
DOE 27/12/2018  
Pg 2164

## **PRODUTO EDUCACIONAL**

O produto educacional encontra-se disponível nos endereços:

<[https://www.upf.br/\\_uploads/Conteudo/ppgecm/2021/Bruno\\_PRODUTO.pdf](https://www.upf.br/_uploads/Conteudo/ppgecm/2021/Bruno_PRODUTO.pdf)>  
<<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/603303>>