



**Universidade de Brasília (UnB)
Curso de Especialização em Ensino de Ciências
(Ciência é 10!)**

**Construção empírica da 1ª Lei de Ohm através de
uma proposta investigativa utilizando simulações**

Janaína Lopes Xavier

Dr. Khalil Oliveira Portugal

**Brasília-DF
2021**

Janaína Lopes Xavier

**Construção empírica da 1ª Lei de Ohm através de uma proposta investigativa
utilizando simulações**

Monografia submetida ao curso de pós-graduação *lato sensu* (especialização) em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do certificado de conclusão.

Orientador(a): Prof. Dr. Khalil Oliveira
Portugal

**Brasília-DF
2021**

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

XX3c Xavier, Janaina Lopes
 Construção empírica da 1ª Lei de Ohm através de uma
 proposta investigativa utilizando simulações. / Janaina Lopes
 Xavier; orientador Khalil Oliveira Portugal. -- Brasília,
 2021.
 36 p.

 Monografia (Especialização - Especialização em Ensino de
 Ciências) -- Universidade de Brasília, 2021.

 1. 1ª Lei de Ohm. 2. Atividade investigativa. 3.
 Aprendizagem significativa. 4. Ensino de Física. I.
 Portugal, Khalil Oliveira, orient. II. Título.



Empirical construction of Ohm's 1st Law through an investigative proposal using simulations

Janaína Lopes Xavier

Monografia submetida como requisito parcial para obtenção do certificado de conclusão do curso de especialização em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília, em 13 de novembro de 2021, apresentada e aprovada pela banca examinadora abaixo assinada:

Prof. (Dr.): Khalil Oliveira Portugal, UnB
Orientador

Prof. (Ma.): Ingrid de Sousa Rodrigues Duarte, UnB
Membro Convidado

Prof. (Dr.): Leandro Xavier Cardoso, UnB
Membro Convidado

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Jânio e Cleunice pelo amor a mim devotado e pelo absoluto apoio em minha jornada! Agradeço, ainda, aos meus irmãos Glauber e Luana pela atenção de sempre, pelos ouvidos sempre dispostos a escutarem minhas falas intermináveis!

Ao meu orientador, professor Dr. Khalil Oliveira Portugal, por toda a paciência, empenho e sentido prático com que sempre me orientou neste trabalho e em todos aqueles que realizei durante a especialização em Ensino de Ciências. Pelo apoio e sabedoria que foram um pilar essencial para que este trabalho fosse possível.

À Samanta Tavares Silva, por sempre estar ao meu lado me dando apoio e incentivo nos momentos mais difíceis.

À Universidade de Brasília, aos professores, servidores e amigos, pelos momentos de engrandecimento durante esse trajeto.

Por fim, à FAPEG pelo apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), sem o qual não seria possível.

RESUMO

Considerando as dificuldades de aprendizado dos estudantes no ensino de física, especificamente o conteúdo de 1ª Lei de Ohm, relatado em vários trabalhos como um conteúdo abstrato e de difícil compreensão dos estudantes, esse trabalho buscou contribuir para a apropriação do conhecimento a partir de uma atividade investigativa. Para isso foi utilizado a metodologia de ensino por investigação, seguindo assim as etapas necessárias a fim que os estudantes possam construir o conhecimento científico. Este trabalho foi realizado com estudantes do ensino médio de uma escola pública de Anápolis – Goiás. Por ser em período de pandemia, devido a covid-19, as etapas da pesquisa foram realizadas de forma híbrida, ou seja, uma parte online e outra presencial. Para a realização da atividade investigativa, foi utilizado o simulador de circuito elétrico PhET, disponibilizado online aos estudantes, para a execução da atividade proposta. Com o objetivo de que os estudantes construam o conceito de resistência e compreenda a relação entre as variáveis, tensão, corrente e resistência, foi utilizada uma abordagem matemática acerca da equação da reta. Nesse sentido os estudantes puderam construir a 1ª Lei de Ohm a partir da equação da reta estabelecendo relações entre as variáveis física a partir da elaboração e análise de um gráfico a partir de dados obtidos em um circuito construído pelos estudantes no simulador de circuito elétrico PhET. Com a realização das análises dos gráficos foi possibilitado aos estudantes a possibilidade de inserir hipóteses ou refutá-las, e assim construindo conceitos e compreendendo as leis físicas.

Palavras-chave: 1ª Lei de Ohm. Atividade investigativa. Aprendizagem significativa. Ensino de Física.

ABSTRACT

Considering the learning difficulties of students in physics teaching, specifically the content of 1st Ohm's Law, reported in several works as an abstract content and difficult to understand by students, this work sought to contribute to the appropriation of knowledge from an investigative activity. For this, it was used the methodology of teaching by investigation, following the necessary steps so that students can build scientific knowledge. This work was carried out with high school students of a public school in Anápolis - Goiás. For being in pandemic period, due to the covid-19, the research steps were carried out in a hybrid way, i.e., a part online and another in person. For the accomplishment of the investigative activity, it was used the PhET electric circuit simulator, available online to the students, for the execution of the proposed activity. Aiming the students to build the concept of resistance and understand the relationship between the variables, voltage, current and resistance, it was used a mathematical approach about the equation of the straight line. In this sense, the students were able to construct the 1st Ohm's Law from the straight line equation, establishing relations between the physical variables from the elaboration and analysis of a graphic from data obtained in a circuit built by the students in the electric circuit simulator PhET. With the realization of the graphs analysis it was made possible to the students the possibility to insert hypothesis or refute them, and thus building concepts and understanding the physical laws.

Keywords: 1st Ohm's Law. Investigation activity. Meaningful Learning, Teaching of Phisic.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
1. JUSTIFICATIVA.....	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1 Atividade investigativa e o ensino de ciências.....	13
2.2 O uso de simuladores para o processo de ensino-aprendizagem.....	15
3. OBJETIVO DA PESQUISA	16
3.1 Objetivo Geral.....	16
3.2 Objetivo Específico.....	16
4. METODOLOGIA DA PESQUISA	17
5. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	20
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34
APÊNDICE A.....	36
ANEXO A	37
ANEXO B	38

INTRODUÇÃO

O processo de ensino-aprendizagem em ciências requer o desenvolvimento de capacidades cognitivas nem sempre adquiridas em sua totalidade pelos estudantes, como por exemplo a abstração. Em se tratando de conteúdos referentes à eletricidade, os conceitos e magnitudes envolvem um nível de análise mais abstrato e cada vez mais distante daquilo que os alunos percebem e podem imaginar. (POZO & CRESPO, 2009).

Diante disso, surge a necessidade da elaboração de atividades que busquem a construção do conhecimento científico pelos próprios estudantes. A atividade investigativa possui características fundamentais para a aprendizagem, já que desenvolve competências científicas como argumentação, compreensão, capacidade de explicar, descrever e aplicar conhecimentos em diversas situações (LABURU & ZOMPERO, 2016).

A experimentação também é um fator muito importante e presente na atividade investigativa. Entretanto, devemos compreender que a experimentação não pode ser espontânea, devendo, assim, seguir etapas de raciocínio com elaboração e teste de hipóteses objetivando uma experimentação científica. (CARVALHO, 2020).

Nesse contexto, a experimentação pode possibilitar a compreensão de conteúdos considerados abstratos, e ao mesmo tempo proporcionar ações de fazer “ciência” pelos estudantes. O ensino envolvendo experimentação proporciona aos estudantes criarem modelos explicativos para os fenômenos em estudo, emergindo em um contexto epistemologicamente significativo, já que a organização do conhecimento decorre de uma atitude cientificamente construída (GIORDAN, 2008).

Assim, a abordagem utilizando a metodologia de ensino por investigação se consolida nessa prática, uma vez que não é fixa, pois sua construção deve surgir examinando as situações apresentadas, raciocinando com base em modelos e, gerando assim, compreensões socialmente construídas.

Partindo das características apresentadas no ensino por investigação e as dificuldades de aprendizagem dos estudantes no conteúdo de eletricidade, surge o seguinte questionamento: Como ensinar o conteúdo de 1ª Lei de Ohm a partir de uma atividade investigativa, tendo como objetivo a compreensão do conceito de resistência elétrica e a primeira Lei de Ohm?

Acredita-se que o ensino por investigação possa contribuir para a construção do aprendizado acerca do conteúdo 1ª Lei de Ohm, permitindo o desenvolvimento de capacidades e habilidades cognitivas com bases no processo de investigação. Ademais, “na perspectiva de ensino por investigação o estudante deve ser capaz de observar, registrar dados, levantar hipóteses, comunicar resultados e realizar conclusões pertinentes” (ZOMPERO & LABURÚ, p.21, 2016).

Partindo dessas habilidades desenvolvidas, o estudante possui capacidade de construir o conhecimento científico. Segundo Newman et. al (2004), a compreensão da ciência e o raciocínio científico podem ser alcançados com auxílio da investigação. Sendo assim, a construção do conhecimento científico pelos estudantes por meio da atividade investigativa pode possibilitar a compreensão do conceito de resistência elétrica e a primeira Lei de Ohm, a partir da relação de proporcionalidade entre tensão e corrente em resistores ôhmicos.

1. JUSTIFICATIVA

De acordo com Pozo e Crespo (2009), a relação de ensino-aprendizagem em ciências mostra dificuldades e limitações dos alunos nos domínios de procedimentos científicos e no próprio aprendizado. Diante disso, ressaltam, ainda, a possibilidade de uma perspectiva didática que inclua esse tema como um conteúdo essencial dos currículos de ciências na educação obrigatória.

Ao analisarmos especificamente o conteúdo 1ª Lei de Ohm, trabalhos como o de Duit e Treagust (1998), discorrem sobre as dificuldades dos estudantes tanto a nível conceitual como também de raciocínio, com conceitos básicos de intensidade da corrente, diferença de potencial e resistência, assim como a relação entre essas variáveis. Para esses autores, muitos termos usados na linguagem corrente têm um significado bastante diferente do que lhe é dado no estudo da disciplina. É o caso dos conceitos de corrente, tensão e resistência.

Compartilhando da mesma concepção, Dorneles et al. (2006) em seu trabalho verificaram dificuldades de natureza específica relacionadas aos conceitos de corrente elétrica, diferença de potencial e resistência elétrica. Muitos estudantes não compreendem que a intensidade da corrente elétrica num circuito depende não só da característica da fonte, como também da resistência equivalente do que foi acoplado dos terminais dessa fonte.

Corroborando com esse pensamento, Pozo e Crespo (2009) discorrem sobre a existência de numerosas dificuldades conceituais na aprendizagem da Física que persistem mesmo depois de longos períodos de instrução. Entre estes conteúdos abordados, é citado a pouca utilização do termo “energia”, e quando utilizado o termo, esses conteúdos introduzem ideias errôneas, como por exemplo: a interpretação de corrente elétrica como sendo um fluido material, a dificuldade para assumir as conservações de energia e carga dentro de um sistema.

Os mesmos autores apontam, contudo, que, a dificuldade de aprendizagem dos estudantes pode também ser determinada pela forma como eles organizam seu conhecimento e a partir de suas próprias teorias implícitas sobre o mundo que o rodeia e o comportamento da matéria (POZO & CRESPO, 2009).

Aprender física exige uma mudança na lógica em torno do qual os estudantes organizam suas teorias, ou seja, uma mudança epistemológica (POZO & CRESPO, 2009). Assim, é necessário promover nos estudantes uma tomada de consciência de que há uma diversidade de modos de pensar, sendo possível utilizar ideias científicas e cotidianas de forma complementar. Com isso, tornar o estudante capaz de ter uma visão científica para situações apresentadas no cotidiano (SANTOS & MALDANER, 2010).

Segundo Santos e Maldamer,

Tomar consciência de um perfil conceitual e da demarcação entre suas zonas implica ser capaz de aplicar uma ideia científica nos contextos em que ela é apropriada, inclusive na vida cotidiana e , ao mesmo tempo, preservar modos de pensar e falar distinto do científico nas situações em que se mostrem pragmaticamente apropriados. (SANTOS & MALDAMER, p. 184, 2010).

Partindo do princípio de que os conhecimentos iniciais dos estudantes são determinantes para a construção de novos conhecimentos (Carvalho, 2020), estes devem relacionar novos conhecimentos a sua estrutura cognitiva prévia, modificando-a, enriquecendo-a, elaborando e dando significado a esses conhecimentos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Atividade investigativa e o ensino de ciências

Para a pesquisa em questão será utilizada a atividade investigativa, pois proporciona a construção do conhecimento científico do estudante por meio do raciocínio científico. De acordo com Pozo e Crespo (2009), o ensino de ciências

precisa ajudar o estudante a aprender a fazer ciência, ou seja, ensinar os estudantes procedimentos para aprendizagem de ciência.

Segundo Azevedo, discorre:

A atividade investigativa, portanto, não é nada mais do que a busca pela solução de um problema dito de “ensino” ou de “aprendizagem”, com a intenção de levar os sujeitos envolvidos à aprendizagem por meio da construção de conhecimentos. O problema, a necessidade e o motivo são os elementos essenciais que identificam a atividade investigativa e que garante a instauração do processo investigativo (AZEVEDO, p. 31, 2008).

Nesse sentido, a atividade investigativa se torna primordial para esse processo, já que uma investigação científica pode ocorrer de várias formas e está relacionada às condições disponibilizadas e às especificidades do que se investiga. Em suma, é possível descrever como pilares de uma investigação científica o surgimento de um problema, o trabalho com dados, informações e conhecimentos prévios, levantamento e o teste de hipóteses, o reconhecimento e o controle de variáveis estabelecendo relações entre as informações e a construção de uma explicação (CARVALHO, 2020).

Anterior à concepção do problema em uma atividade investigativa, é importante a realização do levantamento prévio compreendendo o nível do conhecimento dos estudantes, sendo os conhecimentos prévios, subsunçores, relevantes para aprendizagem. Para Moreira, “os subsunçores podem ser proposições, modelos mentais, constructos pessoais, concepções, ideias, invariantes operatórios, representações sociais e, é claro, conceitos, já existentes na estrutura cognitiva de quem aprende” (MOREIRA, p. 28, 2011).

Seguindo as características da atividade investigativa anteriormente propostas por Zompero e Laburú (2016), os problemas devem ser centrados em objetos, organismos e eventos do mundo natural, sendo esses problemas os responsáveis por conduzir a investigação empírica, levando a coleta e o uso de dados que proporcionam explicações para os fenômenos científicos por meio de análises realizadas.

Ao serem instigados por este problema, os estudantes se tornam engajados no processo, tornando a atividade investigativa um processo de “fazer ciência”. Com a motivação, os aprendizes realizam questionamentos e levantam hipóteses diante do problema apresentado.

Como forma de buscar explicação para os fenômenos, inicia-se o levantamento de dados. As evidências podem ser obtidas por observações e medidas em contextos naturais. Assim, ao priorizar as evidências, os estudantes podem perceber que a

ciência se diferencia das explicações dos conhecimentos cotidianos (ZOMPERO & LABURÚ, 2016).

Destarte, os estudantes podem avaliar suas próprias explicações através das evidências, apresentadas fazendo relações entre os resultados encontrados por eles e o conhecimento científico, modificando, atualizando dados, revisando ou confirmando ideias (ZOMPERO & LABURÚ, 2016).

Contudo, é importante destacarmos que essas análises devem ser realizadas ao nível de desenvolvimento do estudante, contribuindo para o processo cognitivo a fim de que se resulte em construções do conhecimento científico a partir de novas capacidades cognitivas.

Segundo Zompero e Lanburú,

as atividades desenvolvidas possuem como objetivo além da compreensão do conteúdo, o desenvolvimento de habilidades cognitivas próprias do conhecimento científico como: observação, elaboração de hipóteses, percepção de evidências, registro de dados, comunicação de resultados. (ZOMPERO & LABURU, p.69, 2016).

Corroborando esta percepção, o Pisa de 2015 considera para o letramento científico: explicar fenômenos cientificamente, avaliar e planejar investigações científicas, interpretar dados e evidências cientificamente (PISA, 2015).

Diante disso, é importante compreender que, quando planejadas atividades investigativas adequadamente aplicadas e conduzidas, estas podem permitir o desenvolvimento dessas capacidades e habilidades cognitivas (ZOMPERO & LABURÚ, 2016).

Sendo assim, a atividade investigativa se demonstra com grande potencial para o aprender a fazer ciência por parte dos estudantes, adquirindo capacidades cognitivas e contribuindo para a construção do conhecimento científico resultando em uma aprendizagem significativa.

Aprendizagem significativa que se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, na qual os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva (MOREIRA, 2011).

2.2 O uso de simuladores para o processo de ensino-aprendizagem

A utilização de ferramentas educacionais pode favorecer o ensino-aprendizagem com a utilização de modelos, simulações, aplicativos, relacionando os fenômenos

macroscópicos e submicroscópicos, despertando interesse entre os alunos. De acordo com Giordan (2013), esses ambientes tecnológicos podem formar cenários estimuladores para a criação de representações mentais por parte do aluno, que passa a reconhecer nesse ambiente representações internas e externas dos fenômenos.

De acordo com Giordan (2013), podemos realizar uma simulação semiempírica, onde é possível codificar as leis que contêm parâmetros ajustados para reproduzir medidas experimentais podendo conduzir mudanças, onde o estudante poderá assimilar tanto nos ditames teóricos como também nos fenômenos empíricos, contribuindo para a construção do conhecimento científico.

Sendo assim, é importante compreendermos que as simulações são ferramentas educacionais que podem contribuir para o processo de ensino-aprendizagem. Para tanto, é primordial a estruturação da atividade numa metodologia que implica na participação dos estudantes em alguma prática da ciência.

Diante disso, a atividade investigativa possui características relevantes quando pensamos em uma construção do conhecimento científico a partir do "fazer" ciência. Contudo é importante entender que o "fazer ciência" na educação básica não significa que os estudantes desenvolvam uma teoria científica, mas sim que alguns aspectos da cultura científica sejam inseridos no cotidiano do trabalho dos estudantes. (BRICCIA, 2020).

3. OBJETIVO DA PESQUISA

3.1 Objetivo Geral

Compreender o conceito de resistência elétrica a primeira Lei de Ohm a partir da relação de proporcionalidade entre tensão e corrente elétrica.

3.2 Objetivos Específicos

- Realizar o levantamento de dados referente a corrente elétrica e tensão, utilizando o simulador do PhET¹.

¹ O simulador circuito elétrico PhET pode ser acessado no seguinte endereço eletrônico: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/circuit-construction-kit-dc

- Construir um gráfico da tensão em função da corrente de um resistor ôhmico, evidenciando as relações diretas de proporcionalidade e analisando as variáveis seguintes: tensão, resistência e corrente.

- Conceituar resistência elétrica a partir da construção do gráfico de um resistor ôhmico e a compreensão da relação entre as variáveis presentes.

4. METODOLOGIA

Na busca de uma metodologia de pesquisa que pudesse adequar aos objetivos do trabalho, optou-se por uma pesquisa qualitativa a partir da construção e o desenvolvimento de uma atividade investigativa.

A perspectiva de ensino por investigação foi utilizada nessa proposta por possuir características necessárias para a construção do conhecimento científico pelos estudantes. A investigação é utilizada no ensino com várias finalidades, entre elas, o desenvolvimento de habilidades cognitivas dos estudantes, realização de procedimentos com elaboração de hipóteses, anotações e análise de dados, como também a capacidade de argumentação diante das observações (LABURU & ZOMPERO, 2016).

Observando a dificuldade de compreensão dos estudantes no conteúdo de 1ª Lei de Ohm durante ações anteriores da autora e em relatos de vários trabalhos científicos, foi proposto o desenvolvimento de uma atividade investigativa visando a construção do conhecimento científico por parte dos estudantes. No intuito de trilhar uma atividade estruturada no ensino por investigação, procurou-se seguir as ações orientadas por Carvalho e Sasseron (2020):

Tabela 01: Etapas para a construção da atividade investigativa

Propósitos epistemológicos do professor	Ações epistemológicas do professor
Retomada de ideias	Referência a ideias previamente trabalhadas e/ou experiências prévias dos alunos
Proposição de problema	Problematização de uma situação
Teste de ideias	Reconhecimento e teste de hipóteses
Delimitação de condições	Descrição, nomeação e caracterização do fenômeno e/ou de objetos
Reconhecimento de variáveis	Delimitação e explicação de variáveis
Correlação de variáveis	Construção de relação entre variáveis, construção de explicações
Avaliação de ideias	Estabelecimento de justificativas e refutações

Fonte: Carvalho e Sasseron (2020, p.50).

De acordo com as etapas especificadas na tabela, iniciou-se o desenvolvimento da atividade investigativa sobre os pilares do ensino por investigação. Diante disso a atividade foi planejada para ser realizada a partir do levantamento prévio sobre o conhecimento dos estudantes acerca do conteúdo sobre primeira lei de Ohm, possibilitando a construção do problema relacionado a atividade. Nessa etapa são realizados vários questionamentos aos estudantes, a fim de compreender quais são seus conhecimentos prévios, como também quais as concepções obtidas a partir desses conhecimentos.

Os questionamentos deverão ser realizados para a construção do problema, sendo assim é importante enfatizar tanto o conteúdo sistemático, como também sua relação com o contexto social do estudante. Para isso, foi abordado a compreensão dos estudantes acerca do conceito de energia, eletricidade, entre outros.

Todos esses questionamentos remetem a conhecimentos científicos que podem ser almejados no fazer ciência pelos estudantes. Assim, essas ações planejadas têm como objetivo minimizar as dificuldades dos estudantes na compreensão do conteúdo da 1ª Lei de Ohm, para que sejam capazes de relacionar o conhecimento científico ao seu contexto social, contribuindo para o processo de aprendizagem.

Nesse sentido, a partir do levantamento de conhecimentos prévios foi realizada a elaboração de algumas questões-problemas relacionadas ao conteúdo sistemático como também acerca das ações a serem desenvolvidas, com o intuito de contribuir para o processo de ensino-aprendizagem.

Buscando responder as questões problemas surgidas durante a fase inicial, foi solicitado aos estudantes a construção de um circuito elétrico a partir de um simulador. Para essa etapa da atividade será utilizado o simulador PhET, pois acredita-se que a ferramenta tecnológica possui o potencial de contribuir para o processo de ensino-aprendizagem do estudante.

Ao utilizar essa simulação disponibilizada online, espera-se possibilitar aos estudantes construir seu próprio circuito elétrico, com a meta inicial de acender a lâmpada contribuindo para a familiaridade do estudante com a ferramenta educacional. Posterior a essa etapa de desenvolvimento, foi designado aos estudantes o levantamento de dados de corrente elétrica e tensão, possibilitado a partir da manipulação do circuito elétrico construído no simulador. A simulação

utilizada pelos estudantes possibilita a alteração nos valores de intensidade da corrente como também de tensão, possibilitando a obtenção de valores distintos.

Os valores de tensão e corrente são diretamente proporcionais, ou seja, aumentando os valores de tensão, o valor de corrente elétrica também aumenta, diminuindo o valor de tensão, a corrente também diminui. Assim, foi solicitado aos estudantes que durante essa manipulação seja realizado a coleta de dados referentes a tensão e a intensidade da corrente elétrica. Para que essa etapa seja realizada como esperado foi realizado uma aula mostrando como podemos realizar a coleta de dados.

A construção do circuito elétrico como também o levantamento de dados foi planejado para ser realizado em uma aula online com a utilização e softwares disponíveis, por ocorrer durante o período de aulas remotas da pandemia de covid-19.

Essa construção se deu pensando em como instigar este estudante a descobertas, levantamento de hipóteses e elaboração de resultados. Assim, planejou-se solicitar aos estudantes que construíssem um gráfico a partir dos dados obtidos na experimentação por meio da simulação.

Os gráficos foram construídos de forma manual pelos estudantes, a partir dos dados levantados no simulador durante a aula online. Aos estudantes foi solicitado o levantamento de oito dados relativos à tensão e intensidade da corrente, possibilitando a construção de um gráfico mais detalhado. As imagens dos gráficos foram enviadas por meio eletrônico, devido impossibilidade de aulas presenciais.

A partir dos gráficos construídos pelos estudantes foi possível desenvolver matematicamente o conceito de resistência e a compreensão da relação entre as variáveis presentes, sendo possível realizar a correlação das variáveis. De acordo com Carvalho & Sasseron (2020, p.51), “uma vez que as variáveis foram explicitadas, inicia-se a construção de relações entre elas – de que modo a alteração em uma afeta a outra”.

Já com os gráficos construídos foi iniciado a fase de análise e a construção para a explicação do fenômeno em questão, onde os estudantes podem elaborar uma explicação baseada nas evidências coletadas ou selecionadas. Nesse momento, os estudantes realizaram o levantamento de hipóteses para o comportamento do gráfico, e ou refutar explicações anteriormente discutidas e não mais válidas.

Na análise dos gráficos construídos pelos estudantes espera-se que eles sejam capazes de compreender o conceito de resistência a partir de uma abordagem

matemática, compreendendo a relação entre as variáveis tensão, corrente e resistência.

Diante da construção das relações entre as variáveis apresentadas e a análise das condições limitantes, é possível estabelecer justificativas e refutações para a explicação dada, atingindo assim a compreensão da atividade proposta por meio da construção de conceitos e relações (CARVALHO & SASSERON, 2020).

5. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

As atividades descritas foram realizadas com estudantes de uma escola de Anápolis, no estado de Goiás. Como o colégio é localizado no centro, atende alunos de várias bairros e regiões da cidade. Por ser uma escola pública, a maior parte dos estudantes é formada por pessoas de baixa renda. Muitos estudantes trabalham no contraturno para ajudarem suas respectivas famílias.

Por atender estudantes de baixa renda, o processo de ensino-aprendizagem foi muito prejudicado com a pandemia, pois grande parte dos estudantes não possuem acesso à internet em suas residências ou não possuem nenhum equipamento tecnológico que possibilitasse assistir às aulas online. Por isso, alguns estudantes conseguiram acompanhar as aulas somente por aplicativo de mensagens ou assistindo a vídeos de forma esporádica.

Diante disso, a atividade investigativa foi iniciada somente com 20 estudantes, já que estes estavam presentes nas aulas online ministradas simultaneamente. Assim, a primeira parte da atividade investigativa foi aplicada de forma online, pois nesse período as aulas ainda eram ministradas a distância por meio de softwares que possibilitam aulas simultâneas. Já a segunda parte da aplicação da atividade investigativa foi realizada de forma presencial, pois as aulas retornaram de forma híbrida, ou seja, aulas presenciais e a distância.

Devido a situação pandêmica na qual o país passava à época da aplicação da atividade, as aulas iniciais foram realizadas de forma online. Diante disso, o número de estudantes participantes da pesquisa foi menor que o esperado, pois infelizmente poucos estudantes possuem acesso a internet e ferramentas tecnológicas que possibilitaram sua participação ativa. Entretanto, o fato de termos acesso a algumas ferramentas educacionais contribuiu de forma relevante para a execução desta atividade.

6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o intuito de minimizar as dificuldades no processo de aprendizagem sobre a 1ª Lei de Ohm, foi aplicada a abordagem de ensino por investigação com a utilização da simulação de um circuito elétrico buscando contribuir para o processo de aprendizagem dos estudantes.

Anterior à descrição sobre a execução da atividade investigativa, é importante destacar que em uma primeira aplicação da atividade, julgou-se não se ter desenvolvido a atividade da melhor maneira permitida pelas condições à época. Por isso, a atividade foi desenvolvida novamente e seu andamento e resultados são apresentados a seguir.

Seguindo as etapas metodológicas da atividade investigativa, inicialmente foram levantados os conhecimentos prévios dos estudantes. De acordo Moreira, “na visão de Ausubel os conhecimentos prévios é a variável mais importante para a aquisição da aprendizagem significativa de novos conhecimentos” (MOREIRA, p.23, 2011).

Diante disso, foram aplicadas, aos estudantes, algumas questões com o objetivo de observar a presença de subsunçores, ou seja, compreender quais conhecimentos prévios dos estudantes serão relevantes para aprendizagem de outro conhecimento.

Realizou-se o levantamento inicialmente de três questões, sendo respondidas pelos estudantes somente com os seus conhecimentos prévios. Foi perguntado aos estudantes: “O que é eletricidade?” Algumas respostas ao questionamento seguem abaixo. Para preservar a identidade dos estudantes, serão atribuídos números de acordo com suas respectivas respostas.

Estudante 01: Acho que eletricidade se trata de cargas elétricas, positivo e negativo e como elas se comportam.

Estudante 02: A Eletricidade é o ramo da Física em que os fenômenos envolvendo cargas elétricas paradas ou em movimento são estudados. A Eletricidade é o ramo da Física responsável pelo estudo de quaisquer fenômenos que ocorram por causa de cargas elétricas em repouso ou em movimento.

Nessa questão, a maioria dos alunos associaram eletricidade a movimento de cargas, também a presença de cargas negativas e positivas. Essa compreensão não

destoa da maioria das interpretações realizada pelos estudantes. De acordo com Crespo & Pozo, “a maioria das interpretações dos estudantes é considerar a eletricidade como uma substância material, que se armazena, que gasta e que é necessário transportar de um lugar para o outro” (CRESPO & POZO, p.224, 2009).

Como uma possível justificativa para essa interpretação, pode ser considerado o fato de os estudantes já terem compreensão dos processos de eletrização. Nesse sentido os conhecimentos prévios podem servir de ponte entre o que o estudante já sabe e o que ele deveria saber, facilitando a aprendizagem (MOREIRA, 2011).

Já na segunda questão foi indagado aos estudantes: “Por que o chuveiro elétrico exige maior consumo de energia?”

Estudante 03: Acredito que seja por causa do aquecimento da água, e também porque sua voltagem é maior. E com água aquecida muitos demoram mais tempo no banheiro.

Estudante 04: Porque o chuveiro esquentar a água pela resistência que gera o calor, e a resistência dificulta a passagem de elétrons que é a energia então ela começa a puxar mais energia.

Estudante 05: O chuveiro elétrico é um dos equipamentos domésticos de maior potência em nossa casa, e além disso ele é utilizado diariamente o que ajuda muito no consumo de energia.

Na segunda questão podemos fazer uma reflexão interessante. Inicialmente a presença de erros conceituais, alguns estudantes acreditam que o chuveiro consome maior energia devido a sua maior voltagem. Os estudantes tendem a interpretar a voltagem como sendo uma consequência da corrente, em vez de considerar a corrente elétrica como uma consequência da diferença de potencial entre dois pontos de um condutor (CRESPO & POZO, 2009).

Vale ressaltar que na cidade de Anápolis, local onde a atividade foi realizada, a tensão é de 220V. Entretanto, em algumas cidades do Brasil temos uma tensão de 110V.

Já em outras respostas existe a presença de termos do senso comum, ao relatar que o chuveiro “puxa mais energia”. Sabemos que o termo puxa é muito utilizado no cotidiano do estudante, mas incorreto. Os estudantes estão familiarizados

com vários termos, mas além das dificuldades intrínsecas a cada um, cada conceito adquire sentido estruturado em uma teoria (CRESPO & POZO, p.224, 2009).

Em algumas respostas, nos deparamos com conhecimentos ainda não inseridos no ensino escolar. Ao citar o chuveiro como um equipamento de maior potência, o estudante provavelmente o faz sem conhecimento científico para tal. Esse fato nos remete a utilização de termos científicos sem seu real conhecimento.

Durante a execução da atividade surgiu questionamento de alguns estudantes sobre a utilização de eletrodomésticos em tensões diferentes indagando, por que não podemos utilizar um eletrodoméstico de tensão de 110V em uma tensão de 220V. Diante do questionamento foi realizado em sala de aula uma elaboração de hipóteses que serão posteriormente confirmada ou refutadas ao final da atividade investigativa.

Segundo Oliveira e Carvalho, alunos quando discutem e argumentam sobre um determinado fenômeno estão processando cognitivamente a compreensão da atividade (OLIVEIRA & CARVALHO, 2006). Diante das hipóteses levantadas, foi possível nortear a atividade investigativa trabalhando conhecimentos ainda necessários, e ao mesmo tempo aprofundar em conhecimentos prévios já adquiridos pelos estudantes.

Alguns conceitos prévios tanto físicos como matemáticos são de suma importância para a execução desta atividade. Dentre eles, compreender o que é energia, como essa energia é transferida e as diferentes interações no circuito com a conservação da energia e da carga. É necessário também que o estudante compreenda a equação de 1º grau e a construção de gráficos a partir da equação proposta. Assuntos mais aprofundados, serão construídos na atividade investigativa em questão.

A partir dos questionamentos e levantamentos de hipóteses realizadas juntamente com os estudantes foi utilizado o simulador *Kit para Montar Circuito DC*. Como o simulador é uma ferramenta de apoio no processo educacional, que pode contribuir com a capacidade cognitiva de abstração dos estudantes durante a execução da atividade investigativa, solicitou-se aos estudantes a construção de um circuito elétrico para que tenha compreensão na manipulação do simulador e conhecimento das potencialidades do software.

Para a execução da atividade investigativa nessa fase inicial, foi realizada uma aula remota a partir do software *TeamLink*. Durante a aula foi demonstrado aos estudantes como acessar o site contendo a simulação. Com o simulador aberto em

uma tela compartilhada, os estudantes puderam visualizar o simulador juntamente com todas as ferramentas disponíveis.

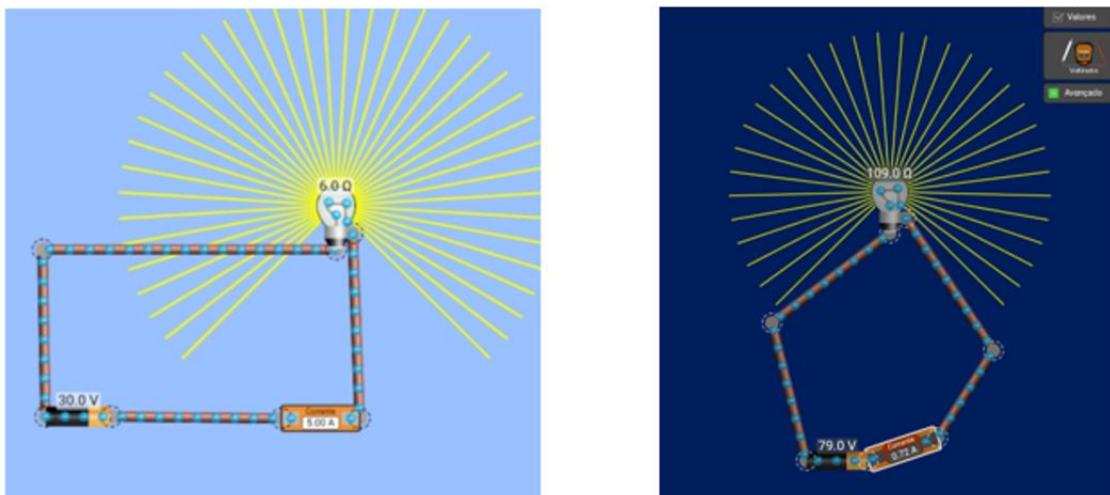
Durante a aula foi demonstrado aos alunos como manusear os materiais disponíveis para construção de um circuito elétrico. Em nenhum momento foi construído um circuito pela professora, ou seja, a construção do circuito elétrico no simulador foi realizado unicamente pelos estudantes, pois a aprendizagem implica na interação entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos (MOREIRA, 2011).

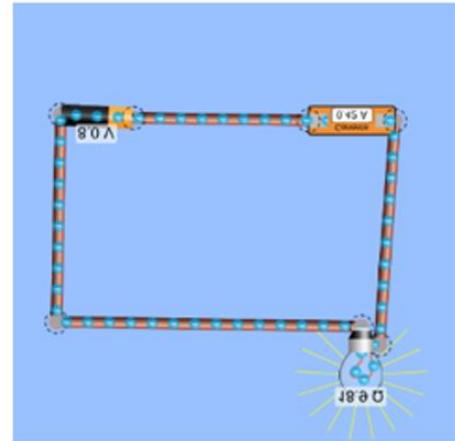
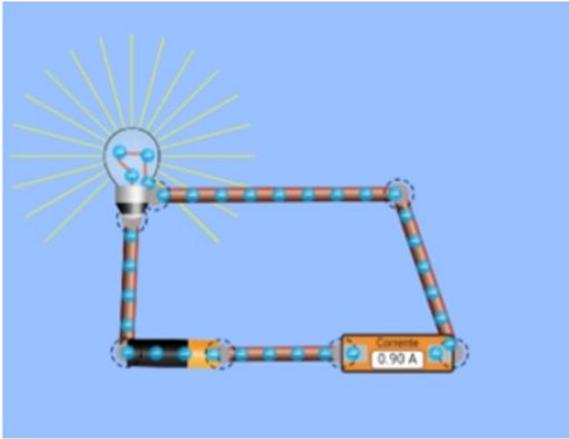
Assim, os problemas científicos apresentados conduzem a investigação empírica, levando à coleta de dados para desenvolver explicações para fenômenos científicos (ZOMPERO & LABURU, 2016). Nesse sentido, ao priorizar as evidências, os estudantes têm oportunidade de perceber que a ciência se diferencia do conhecimento cotidiano. Já que para a compreensão e/ou a definição de um conceito científico requer justificativas elencadas em observação de dados concretos com refutações ou confirmação de hipóteses levantadas.

Com essa perspectiva, foi solicitado aos estudantes o levantamento de valores de diferentes configurações de tensão e respectiva corrente elétrica no circuito construído. Diferentes formas de representação, seja de formas verbais, gráficas, figuras, contribuem para a aprendizagem de conceitos e métodos de ciência (ZOMPERO & LABURÚ, 2016).

Nas imagens a seguir são demonstradas algumas das construções de circuito realizado pelos estudantes, como também a visualização do levantamento de dados.

Figura 01: Circuitos eletricos construidos pelos estudantes





Fonte: Elaborado por estudantes da autora (2021).

Durante a construção dos circuitos elétricos com o auxílio do simulador, percebeu-se que os estudantes buscaram associar vários componentes eletrônicos ainda não discutidos, como também a obtenção de valores além de tensão e corrente elétrica.

Posterior à construção do circuito elétrico pelos estudantes, foi solicitado durante a aula que eles realizassem o levantamento de dados. Diante disso, cada estudante anotou oito valores de tensão e suas respectivas correntes elétricas. No entanto, não foi solicitado em nenhum momento aos estudantes o levantamento de dados referente a valores de resistência, contudo alguns já observaram essa possibilidade, o que indica que estavam mobilizados em explorar as possibilidades do recurso.

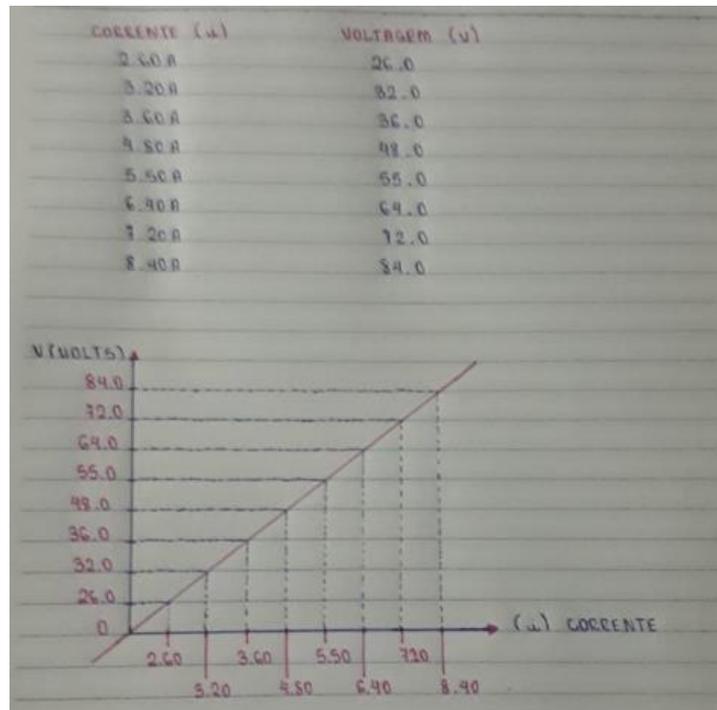
É perceptível em algumas imagens valores de resistência elétrica, sendo importante ressaltar que o conceito de resistência ainda não tinha se desenvolvido neste momento da atividade. Seguramente a predisposição em aprender é uma característica primordial para o alcance da aprendizagem significativa.

Segundo Moreira (2011), a predisposição em aprender existe quando o aprendiz deve querer relacionar os novos conhecimentos, de forma não-arbitraria e não-literal, a seus conhecimentos prévios. Essa relação é evidenciada nas imagens dos circuitos construídos pelos estudantes, pois para a construção do circuito elétrico e o levantamento de dados, os estudantes se utilizaram de seus conhecimentos prévios, mesmo que inconscientemente, abrangendo suas capacidades cognitivas. Já que a obtenção dos dados e a utilização de materiais disponíveis no simulador foi além do solicitado pela professora.

Essa ação dos estudantes reflete que tanto o aprendiz apresentou uma predisposição em aprender, como também o material se apresentou potencialmente significativo, resultando em uma condição necessárias para a aprendizagem significativa.

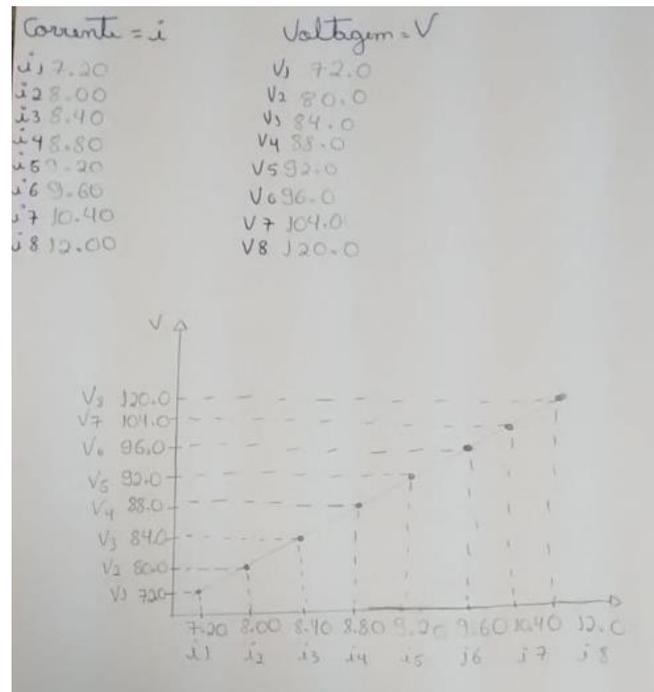
Posterior ao levantamento de dados de tensão e corrente elétrica, foi solicitado aos estudantes a construção de um gráfico, no intuito de compreenderem o comportamento dessas variáveis. Para isso, os estudantes construíram um gráfico inserindo no eixo y valores de tensão, no eixo x valores de corrente elétrica. Alguns gráficos podem ser visualizados nas imagens abaixo.

Figura 02: Gráfico desenvolvido a partir dos dados coletados



Fonte: Elaborado por estudantes da autora (2021).

Figura 03: Gráfico desenvolvido a partir dos dados coletados



Fonte: Elaborado por estudantes da autora (2021).

A partir da análise do gráfico elaborados pelos estudantes, foram realizado questionamentos importantes para o processo ensino-aprendizado, a fim de verificar como os estudantes compreenderam as informações obtidas diante do gráfico elaborado. Dentre esses questionamentos foi perguntado aos estudantes: “O que o gráfico formou?” “Qual a relação de proporcionalidade entre essas grandezas?” “São diretamente proporcionais ou inversamente proporcionais?”

De acordo com Zompero e Laburú (p. 22, 2016), “a investigação é utilizada no ensino como o desenvolvimento de habilidades cognitivas, realização de procedimentos como a elaboração de hipóteses, anotação e análise de dados e da capacidade de argumentação.”

Em relação a característica do gráfico, a maior parte dos alunos respondeu, em sala, que o gráfico formou uma reta, sendo esta a resposta esperada. Entretanto, alguns estudantes apresentaram determinadas dificuldades no conteúdo matemático referente à equação da reta, o que resultou na necessidade de uma breve revisão. Segundo Moreira, “se o aluno não tem subsunçores relevantes à aprendizagem de novos conhecimentos, o melhor é facilitar, promover, a sua construção antes de prosseguir” (MOREIRA, p.31, 2011).

A construção matemática acerca da equação da reta aconteceu de forma presencial, já que nesse momento o ensino já teria retornado para o modelo híbrido. Diante disso, foi desenvolvido em sala a construção referente a equação da reta onde $y = a \cdot x + b$; sendo $b = 0$. Com o intuito de encontrar o valor de a , que está situado na reta obtida no gráfico, os estudantes obtiveram a relação $a = \frac{Y}{X}$, identificando a relação entre as variáveis a , x e y no gráfico.

Durante essa construção em sala de aula alguns estudantes comentaram o fato de nunca terem pensado que a equação da reta poderia ser utilizada para a elaboração e compreensão das leis físicas.

Podemos destacar a subsunção correlativa nas análises realizadas pelos estudantes já que, o que antes se aplicava a matemática, se aplica também a Física. De acordo com Moreira (2011), quando a modificação do subsunção é bem acentuada fala-se em subsunção correlativa, ou seja, os subsunções são interativos, dinâmicos e se modificam.

Subsunções são conhecimentos prévios especificamente relevantes para que a aprendizagem, ou seja, os novos conhecimentos sejam potencialmente significativos (MOREIRA, 2011). Nessa concepção, os estudantes interpretaram a relação entre a equação da reta e seu respectivo gráfico desenvolvido substituindo as variáveis x e y por tensão (V) e corrente elétrica (i).

A partir dessa substituição foi solicitado o valor de a no gráfico, sendo $a = \frac{V}{i}$. Durante essa atividade os estudantes questionaram o fato de a resultar sempre no mesmo valor, uma constante, e iniciaram um levantamento de hipóteses acerca dessa observação. Nesse contexto, os estudantes têm a possibilidade de experimentação, de trocar ideias com seus colegas e sistematizá-las (CARVALHO, 2020).

Diante do levantamento das hipóteses, eles perceberam que com o aumento da tensão, sempre ocorria o aumento da corrente na mesma proporção. Durante a execução da atividade investigativa foram proporcionadas interações discursivas entre a professora e os estudantes. Enquanto os estudantes argumentavam sobre os fenômenos relacionados, estes processavam cognitivamente os conceitos envolvidos na atividade (OLIVEIRA & CARVALHO, 2006).

Relembrando o uso do simulador de circuito elétrico DC, alguns estudantes comentaram que ao realizar o levantamento de dados perceberam que ao aumentar a tensão, o valor da corrente elétrica no circuito também aumentava

proporcionalmente, enquanto o valor da resistência permanecia constante. Diante disso e com a mediação da professora, os estudantes compreenderam que o valor de R no gráfico se refere ao valor da resistência, que nessa situação permanece constante. Dessa forma o conceito de resistência e da 1ª Lei de Ohm foi matematicamente e fisicamente estabelecido pelos estudantes, construindo a relação $R = \frac{V}{i}$, onde V (tensão), R (resistência), i (corrente).

A validação e refutação das ideias é obtida por meio do estabelecimento das relações construídas entre as variáveis e análise das condições limitantes (CARVALHO, 2020). A partir disso, os estudantes compreenderam a relação de proporcionalidade entre a resistência, tensão e corrente elétrica. E verificou que tensão e resistência são variáveis diretamente proporcionais, enquanto resistência e corrente são variáveis para um mesmo valor de tensão.

Posterior às análises, reflexões e conclusões realizadas pelos alunos, foi realizado uma última avaliação da atividade investigativa realizada. Na atividade por investigação, a avaliação não deve ter caráter somativo, o que visa a classificação dos alunos, mas sim caráter formativo, possibilitando a verificação da aprendizagem tanto dos professores quanto dos estudantes (CARVALHO, 2020).

Contudo, o processo avaliativo foi composto por avaliações, tanto escrita, como também participativa, ou seja, a observação da participação dos estudantes referente as suas indagações e sugestões para a construção do conhecimento científico, buscando indícios de aprendizagem significativa, por meio de conceitos e relações físicas ainda não apresentada pelos estudantes.

Nessa perspectiva, Moreira (1999) descreve que a aprendizagem significativa existe quando um mesmo conceito ou proposição consegue ser expressos de diferentes maneiras, por meio de diferentes signos, equivalentes em termos de significados. Assim, a aprendizagem pode ser obtida em diferentes contextos, em que o estudante seja capaz de atribuir significados e internalizar de forma integradas símbolos, palavras, objetos e conceitos (ZOMPERO & LABURÚ, 2016).

Pensando nisso, os estudantes responderam três questões, sendo duas dissertativas e uma objetiva, a fim de explicar suas compreensões sobre a atividade investigativa realizada. Nesse momento, retomamos ao questionamento feito anteriormente pelos estudantes em relação a utilização de eletrodomésticos em valores de tensões diferentes:

Questão 01: Ana mora em Salvador, e irá visitar sua família aqui em Anápolis. Levou seu secador, mas, ao colocar o secador de cabelo na tomada, levou um baita susto, pois seu secador novinho queimou. Sabendo que na cidade onde Ana mora a tensão é 110V e que em Anápolis a tensão é de 220V, dê uma explicação física para o acontecido. Para auxiliar na argumentação, saiba que o “Efeito Joule” é o efeito da corrente elétrica em um corpo que possua resistência elétrica. As constantes colisões que ocorrem entre os elétrons e as moléculas que compõem o corpo liberam energia e fazem com que sua temperatura aumente, fazendo que parte da energia elétrica contida nos elétrons da corrente seja convertida em calor.

Aluno 01: O secador de Ana possui uma resistência que suporta 110 volts, ao ligar o secador em uma tomada cuja tensão é 220 volts, a resistência não foi capaz de suportar a corrente liberada pela tomada de 220V, e assim acabou queimando e danificando o aparelho.

Aluno 02: Ele queimou, pois, recebeu uma sobrecarga, recebeu o dobro da tensão.

Aluno 03: Isso acontece devido o aparelho não está preparado para receber uma tensão maior que a suportada, pois ele passou a receber o dobro da tensão elétrica, sendo que sua resistência sempre é constante. Portanto o aparelho queima devido ao grande fluxo de elétrons.

De acordo com as respostas percebe-se a capacidade dos alunos em compreender a relação entre a tensão e a corrente elétrica, o fluxo de elétrons, como também a conservação da variável resistência. Ao mesmo tempo, a questão proposta aos estudantes reflete situações do cotidiano do aluno.

Nessa fase deparamos com a delimitação das condições, possibilitando a tomada de consciência sobre as condições em torno dos fenômenos em investigação (CARVALHO & SASSERON, 2020).

Realizar argumentos que proporcionam a compreensão científica do conteúdo é fundamental numa atividade investigativa. Ao mesmo tempo é importante promover a contextualização do conhecimento do cotidiano dos estudantes, pois é necessário perceber a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social (CARVALHO, 2020).

Em continuidade com a compreensão das relações físicas e matemáticas referentes a 1ª Lei de Ohm, foi direcionado aos estudantes o seguinte questionamento:

Questão 02: Ao comprar um equipamento elétrico, observou-se as seguintes informações técnicas na embalagem:

220V / 0,5A / 110Ω

Desses três valores, qual não depende da fonte que fornece energia ao equipamento? Dê uma explicação pela escolha.

Aluno 01: Resistência de 110Ω. Não importa se o equipamento troque de lugar, a potência, tensão, aumente ou diminui. A resistência continua a mesma porque ela é constante e faz parte da primeira lei de ohm.

Aluno 02: 110Ω, isso ocorre por conta da resistência. A resistência não depende da fonte que alimenta.

Aluno 03: Será o valor de 220V, pois ele será o mesmo independente se ligarem ou não o equipamento na tomada.

Aluno 04: 110Ω, porque a intensidade dele não vai mudar, é uma constante.

Ao analisar as respostas dos estudantes 01 e 02, observamos a compreensão de que a resistência é uma constante para o mesmo componente e, portanto, não depende da fonte que o alimenta. As respostas dos estudantes apontam para que a variável resistência elétrica tenha passado a ter significado ao estudante, pois representa muito mais que um símbolo, mas um conceito. Assim, é observada a aprendizagem conceitual representada pela regularidade de eventos e por símbolo, não mais depende de um referente concreto do evento (MOREIRA, 2016).

Entretanto, ao analisarmos as respostas dos estudantes 03 e 04 deparamos com uma compreensão errônea acerca de tensão e corrente. Para o estudante 03 a tensão não sofre alteração, podemos supor que este estudante está analisando somente uma única fonte onde o equipamento será plugado, desconsiderando a diversas fonte de tensão onde poderíamos conectar o aparelho.

Para Pozo e Crespo, os estudantes são capazes de utilizar a relações referente a 1ª Lei de ohm sem grandes dificuldades quando se trata de cálculos. No entanto, terão problemas na hora de interpretar as relações quantitativas entre diferentes variáveis envolvidas (POZO & CRESPO, 2009).

Já o estudante 04 determinou a resistência como uma constante, mas a definiu como intensidade da corrente. Em seu trabalho Pozo e Crespo, discorre sobre a utilização dos estudantes dos termos, “voltagem”, “diferença de potencial” como sinônimo de corrente elétrica (POZO & CRESPO, 2009). Nesse caso podemos supor

que o estudante tenta interpretar erroneamente a resistência como uma propriedade da corrente.

A última questão apresentada aos estudantes um cálculo simples associado a 1º Lei de Ohm. Os estudantes deveriam utilizar da equação para finalmente confirmar ou refutar as alternativas disponibilizadas.

Questão 03: *Os choques elétricos produzidos no corpo humano podem provocar efeitos que vão desde uma simples dor ou contração muscular, até paralisia respiratória ou fibrilação ventricular. Tais efeitos dependem de fatores como a intensidade de corrente elétrica, duração, resistência da porção do corpo envolvida. Suponha, por exemplo, um choque produzido por uma corrente de apenas 0,004A e que a resistência da porção do corpo envolvida seja de 3000 Ω . Então, podemos afirmar que o choque elétrico pode ter sido devido ao contato com:*

- a) *Uma pilha grande 1,5 V.*
- b) *Os contatos de uma lanterna contendo uma pilha grande 6,0 V.*
- c) *Os contatos de uma bateria de automóvel de 12 V.*
- d) *Uma descarga elétrica de dezenas de milhares de volts produzida por um raio num dia de chuva.*

Nas respostas obtidas a maior parte dos alunos responderam corretamente a questão acima, sendo assim podemos observar a capacidade cognitiva dos estudantes em compreender a relação entre as variáveis disponíveis. É importante que o estudante reconheça cada variável disponibilizada, não somente de forma simbólica, mas de forma conceitual, ou seja, o comportamento de cada variável em um circuito elétrico.

Com a apropriação do conhecimento físico, os estudantes relacionam a informação com aspectos relevantes da estrutura de conhecimento pessoal, possivelmente resultando assim em uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2016).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem do ensino por investigação deve ser norteadada pelo levantamento dos conhecimentos prévios, situação problema, levantamento de dados, priorização das evidências, levantamento de hipóteses, articulação e explicação ao conhecimento científico, comunicação e justificação das explicações (MOREIRA, 2016).

A atividade investigativa realizada nesse projeto é constituída dessas características essenciais. Os estudantes tiveram a possibilidade de fazer ciência por

meio de uma atividade estruturada e desenvolvida, priorizando a construção de conceitos em detrimento a memorização e fórmulas descontextualizadas.

Na execução da atividade os alunos tiveram a possibilidade de desenvolver uma atividade com diferentes formas de representações, físicas e matemáticas, e conseqüentemente o uso de diferentes linguagens da ciência. Assim a construção do conceito de resistência e a relação entre as variáveis referentes a 1º Lei de Ohm se estruturou no levantamento de dados, construção de gráfico, realizando reflexões a partir de questões instigadoras, contribuindo para a aprendizagem significativa.

A partir dos conhecimentos prévios foi possível nortear a atividade com o intuito de estabelecer subsunçores necessários à sua execução. Diante disso, os estudantes foram capazes de explicar situações com suas próprias palavras para resolver novos problemas. Essa aprendizagem foi obtida pela interação entre os novos conhecimentos e aqueles especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Outro fator importante em busca da aprendizagem significativa dos estudantes foi a predisposição dos estudantes participantes da atividade para aprender. O uso de um simulador de circuito elétrico DC contribuiu positivamente para essa participação, pois ao manusear a ferramenta educacional observou-se muita curiosidade dos estudantes na manipulação da ferramenta, construindo seus circuitos e utilizando vários componentes disponíveis. Nesse sentido, os estudantes relacionaram de maneira não arbitrária e não literal sobre novos conhecimentos do processo de construção do conhecimento científico.

Atividades investigativas são de suma importância na construção do conhecimento científico, já que são atividades que inserem os estudantes como o cientista do processo, realizando processos científicos para resolução de problemas e construção de conceitos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula.** In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p.19-33.

AZEVEDO, M. N. **Ensinar ciências e pesquisa-ação: saberes docentes em elaboração.** Jundiaí: Paco Editorial, 2013.

CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2020.

BRICCIA, V. **Sobre a natureza da ciência e o ensino.** CARVALHO, A. M. P. de (Org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2020.

DORNELES, P. F.T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. – **Simulação e modelagem computacionais no auxílio a aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade: Parte I – circuitos elétricos simples.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 4, p. 487-496, (2006).

DUIT, R.; TREAGUST, D.F.– **“Learning in Science – From Behaviorism Towards Social Constructivism and Beyond”**, in B.J. Fraser & K.G. Tobin (eds.), International Handbook of Science Education, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 3-25, (1998).

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências: uma perspectiva sociocultural para compreender a construção de significados.** Ed. Unijuí, 2008.

MOREIRA, M. A. **Teorias cognitivas da aprendizagem.** São Paulo: EPU, 1999.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

PISA. **Brasil no PISA 2015: análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros / OCDE-Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico.** — São Paulo: Fundação Santillana, 2016.

NEWMAN Jr. W. J; ABEL. S. K, HUBBARD. P. D; MC DONALD. J. (2004) **Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods.** Journal of Science teacher education .Disponível em: [http://www.uhu.es/gaia-inm/invest_escolar/httpdocs/biblioteca_pdf/16_DilemmasofTeachingInquiry\[1\].pdf](http://www.uhu.es/gaia-inm/invest_escolar/httpdocs/biblioteca_pdf/16_DilemmasofTeachingInquiry[1].pdf). Acesso em: 10 out. 2021.

OLIVEIRA, C. M. A; CARVALHO, A. M. P. **Escrevendo em aulas de Ciências.** Ciências e Educação (UNESP), v. 12, 2006

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico.** Tradução Naila Freitas, 5º ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SANTOS, W. L. dos; MALDANER, O. A.; **Ensino de Química em Foco**. Ijuí: Unijuí, 2010

ZOMPERO, A. de F.; LABURÚ, C.E. **Atividade investigativa para aula de ciências: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa**. 1^o ed. – Curitiba: Appris, 2016.

APÊNDICE A

Exercícios de Física

Nome: _____ Série: _____

1º Lei de Ohm

1) Ana mora em Salvador, e irá visitar sua família aqui em Anápolis. Levou seu secador, mas, ao colocar o secador de cabelo na tomada, levou um baita susto, pois seu secador novinho queimou. Sabendo que na cidade onde Ana mora a tensão é 110V e que em Anápolis a tensão é de 220V, dê uma explicação física para o acontecido. Para auxiliar na argumentação, saiba que o “Efeito Joule” é o efeito da corrente elétrica em um corpo que possua resistência elétrica. As constantes colisões que ocorrem entre os elétrons e as moléculas que compõem o corpo liberam energia e fazem com que sua temperatura aumente, fazendo que parte da energia elétrica contida nos elétrons da corrente seja convertida em calor.

2) Ao comprar um equipamento elétrico continha as seguintes informações técnicas na embalagem:

$$220V / 0,5A / 110\Omega$$

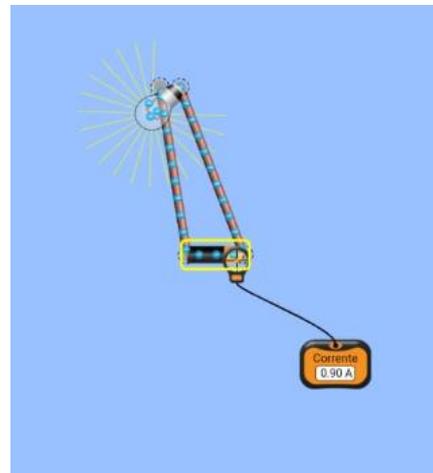
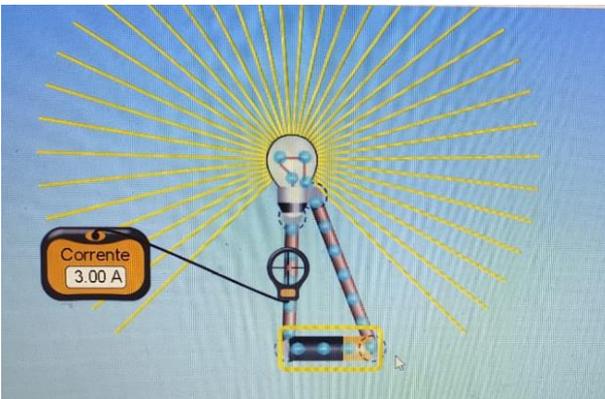
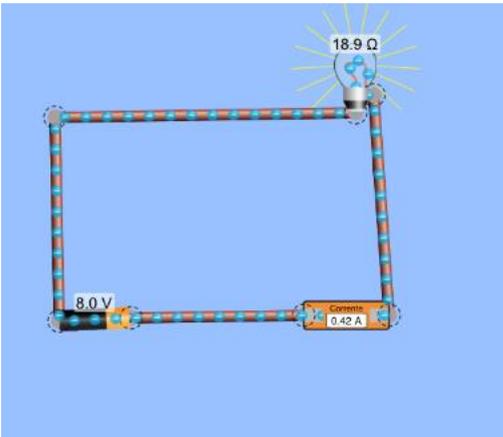
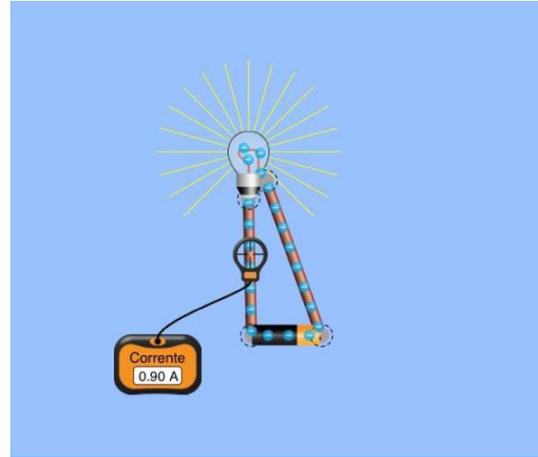
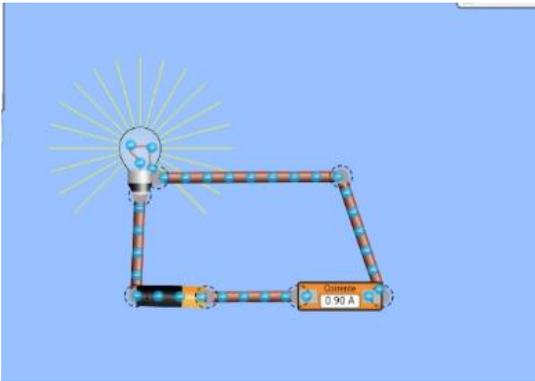
Desses três valores, qual não depende da fonte que fornece energia ao equipamento? Dê uma explicação pela escolha.

3) Os choques elétricos produzidos no corpo humano podem provocar efeitos que vão desde uma simples dor ou contração muscular, até paralisia respiratória ou fibrilação ventricular. Tais efeitos dependem de fatores como a intensidade de corrente elétrica, duração, resistência da porção do corpo envolvida. Suponha, por exemplo, um choque produzido por uma corrente de apenas 0,004A e que a resistência da porção do corpo envolvida seja de 3000 Ω . Então, podemos afirmar que o choque elétrico pode ter sido devido ao contato com:

- a) Uma pilha grande 1,5 V.
- b) Os contatos de uma lanterna contendo uma pilha grande 6,0 V.
- c) Os contatos de uma bateria de automóvel de 12 V.
- d) Uma descarga elétrica de dezenas de milhares de volts produzida por um raio num dia de chuva.

ANEXO A

Imagens dos circuitos construído pelos estudantes



ANEXO B

Imagens dos gráficos construídos pelos estudantes

