

Uma proposta de sequência didática para motivar a aprendizagem significativa de eletrodinâmica

A didactic sequence proposal to motivate meaningful electrodynamic

Una propuesta didáctica de secuencia para motivar el aprendizaje electrodinámico significativo

Recebido: 25/02/2021 | Revisado: 04/03/2021 | Aceito: 05/03/2021 | Publicado: 14/03/2021

Michele Maria Paulino Carneiro Moreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5925-9469>

Secretaria de Educação do Ceará, Brasil

E-mail: michelepaulino12@gmail.com

Francisco Roberto Oliveira da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6972-6884>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: roberto.silva@ifce.edu.br

Mairton Cavalcante Romeu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5204-9031>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: mairtoncavalcante@ifce.edu.br

Luana Samara Paulino Maia

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3730-7105>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Brasil

E-mail: luanaspmaia@gmail.com

Resumo

O ensino de Física, principalmente em escolas públicas, sempre gerou discussões relacionadas a forma como os conteúdos são abordados em sala de aula. O processo de ensino-aprendizagem dessa disciplina é foco de debate pelo fato de ser vista como algo complexo e abstrato devido ao fato de os estudantes terem dificuldades de relacionar os conceitos com suas reais aplicações. Para desconstruir esse pressuposto, analisa-se nesse artigo a aplicação de uma sequência didática fundamentada na teoria do psicólogo David Ausubel, cuja proposta foi implementada em uma turma do 2º ano do ensino médio técnico integrado do curso de Química do Instituto Federal do Ceará (IFCE). A sequência em questão é formada por recursos didáticos que possam mitigar a abstração teórica do conteúdo de eletrodinâmica, dos quais envolvem a robótica, quizzes, simulações computacionais e mapas conceituais. Os resultados obtidos indicam as potencialidades das atividades executadas na sequência didática no sentido da evolução conceitual do pensamento dos alunos, no tocante aos conceitos estudados. Foi possível perceber, pelo uso dessa metodologia, que os alunos obtiveram uma melhor compreensão do tema abordado, de forma que pôde-se comprovar a eficácia da prática experimental aliada aos demais recursos didáticos envolvidos na sequência didática.

Palavras-chave: Ensino; Física; Sequência didática; Eletrodinâmica.

Abstract

Physics teaching, especially in public schools, has always generated discussions related to how content is approached in the classroom. The teaching-learning process of this discipline is the focus of debate because it is seen as something complex and abstract due to the fact that students have difficulties in relating the concepts to their real applications. In order to deconstruct this assumption, this article analyzes the application of a didactic sequence based on the theory of psychologist David Ausubel, whose proposal was implemented in a 2nd year class of integrated technical high school in the Chemistry course at the Federal Institute of Ceará (IFCE). The sequence in question is formed by didactic resources that can mitigate the theoretical abstraction of the content of electrodynamics, of which involve robotics, quizzes, computer simulations and concept maps. The results obtained indicate the potential of the activities carried out in the didactic sequence in the sense of the conceptual evolution of the students' thinking, regarding the studied concepts. It was possible to perceive, through the use of this methodology, that the students obtained a better understanding of the theme approached, so that it was possible to prove the effectiveness of the experimental practice combined with the other didactic resources involved in the didactic sequence.

Keywords: Teaching; Physics; Didactic sequence; Electrodynamics.

Resumen

La enseñanza de la Física, especialmente en las escuelas públicas, siempre ha generado discusiones relacionadas con cómo se abordan los contenidos en el aula. El proceso de enseñanza-aprendizaje de esta disciplina es objeto de debate porque se ve como algo complejo y abstracto debido a que los estudiantes tienen dificultades para relacionar los

conceptos con sus aplicaciones reales. Para deconstruir este supuesto, este artículo analiza la aplicación de una secuencia didáctica basada en la teoría del psicólogo David Ausubel, cuya propuesta fue implementada en una clase de 2º año de bachillerato técnico integrado del curso de Química en el Instituto Federal de Ceará (IFCE). La secuencia en cuestión está formada por recursos didácticos que pueden mitigar la abstracción teórica del contenido de la electrodinámica, entre los que se encuentran la robótica, concursos, simulaciones por ordenador y mapas conceptuales. Los resultados obtenidos indican el potencial de las actividades realizadas en la secuencia didáctica en el sentido de la evolución conceptual del pensamiento de los estudiantes, respecto a los conceptos estudiados. Se pudo percibir, a través del uso de esta metodología, que los estudiantes obtuvieron una mejor comprensión del tema abordado, de modo que se pudo comprobar la efectividad de la práctica experimental combinada con los demás recursos didácticos involucrados en la secuencia didáctica.

Palabras clave: Docencia; Física; Secuencia didáctica; Electrodinámica.

1. Introdução

Com os avanços tecnológicos tão presentes no cotidiano, Aguiar et al. (2020) destaca a importância de os professores não ficarem presos aos métodos tradicionais de ensino, pois o uso da tecnologia em sala de aula tem como intuito despertar no aluno o sentimento de curiosidade, torna-lo criativo e versátil, e desta forma, o docente não é mais o detentor do conhecimento, tendo em vista que os novos recursos didáticos são capazes de disseminar a informação.

O que ainda se nota, é que a ciência continua sendo retratada através de fórmulas, definições e exercícios padronizados. No entanto, precisamos lembrar que o principal objetivo do ensino não é transmitir informações, mas desenvolver o pensamento do aluno, e dar significado ao seu aprendizado (Bonadiman & Nonenmacher, 2007).

Com relação ao ensino de Física, também é importante quebrar os paradigmas do ensino tradicional, onde o aluno é levado a memorizar equações e conceitos, neste sentido, tornar-se necessário buscar meios alternativos que possam chamar a atenção dos alunos e mostrar que a disciplina em questão pode ser interessante (Aguiar et al., 2020).

Dentre as dificuldades de promover mudanças coletivas na prática docente, está à implantação de estratégias com materiais diferentes do livro texto, o uso de equipamentos de laboratórios e das tecnologias da informação e comunicação (Rezende, 2004). Quando bem utilizadas, essas abordagens didáticas podem contribuir para uma maior aproximação dos jovens à escola. Além disso, pode despertar o interesse e vocações nos alunos para carreiras tecnológicas futuras (Rocha et al., 2014).

No entanto, é importante que os professores evitem visões simplistas, como considerar que a prática experimental e/ou o uso de novas tecnologias irá solucionar os problemas do ensino de Física, bem como, considerar que a ciência se constrói de forma simples.

Nesse sentido, é necessário ocorrer algumas mudanças: os professores devem ultrapassar o empirismo clássico e ingênuo, que concebe a ciência como uma simples descoberta, quer pela observação neutra, quer pela confirmação experimental escolar positiva. E assim, compreender a importância do elemento cognitivo, da discussão argumentativa, e refletir nas dificuldades e complexidade do processo de construção da ciência (Praia et al., 2002).

Na perspectiva empirista o que mais importa são os resultados finais independentemente dos processos da sua obtenção. Nesta concepção, não é comum refletir no significado da experiência, nem nas condições teóricas e técnicas da sua produção, mas apenas no que é previsível que aconteça. Entretanto, o professor deve desenvolver atividades que sejam desafiadoras para os alunos, ao mesmo tempo que se tornam um incentivo, e não, fonte de desânimo, desmotivação e impossibilidade de resolução (Praia et al., 2002).

A Robótica educacional atende bem a esse objetivo e seu uso tem sido gradativamente ampliado como recurso didático no ensino de Física. As atividades com esses recursos vão mais além da montagem dos robôs, podendo potencializar a aprendizagem de conceitos científicos e tecnológicos, bem como diversas competências necessárias ao estudante do ensino fundamental e médio (Santos et al., 2018).

Pesquisas indicam que a Robótica educativa livre, além de ser um objeto atrativo e estimulante, oferece grandes

benefícios ao ensino, como: coleta de dados e representação gráfica, ganhos cognitivos mais significativos que a exposição oral, agregando ao ensino conhecimentos tecnológicos que transcendem os conteúdos específicos e compartimentados da Física, possibilitando que os estudantes visualizem na realidade escolar os eventos presentes no seu cotidiano (Trentin et al., 2015).

Ademais, contribui para desenvolver nos alunos: trabalho em equipe, autodesenvolvimento, capacidade de solucionar problemas, senso crítico, integração de disciplinas, exposição de pensamentos, criatividade, autonomia, responsabilidade, postura empreendedora, construção do pensamento lógico, entre outras atitudes úteis para o mundo do trabalho e para sua formação enquanto sujeitos críticos e integrantes da sociedade contemporânea (Trentin et al., 2015).

Entretanto, Nardi e Castiblanco (2014) propõem que o professor não seja um mero utilizador das tecnologias disponíveis, pois o simples uso de recursos tecnológicos não garante vantagens no aprendizado. Portanto, é necessário que o professor trabalhe esses recursos a partir de novas perspectivas de seu uso, de forma complementar com outros recursos, como o livro didático, resultados de pesquisa e laboratórios.

Neste sentido, o presente artigo apresenta uma proposta de sequência didática desenvolvida no contexto do ensino médio, utilizando recursos tecnológicos como: robótica, quizzes e simulações computacionais. Também, serão utilizados mapas conceituais como recurso de aprendizagem e avaliação dos conceitos aprendidos.

A sequência didática desenvolvida neste trabalho é denominada Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), desenvolvida pelo professor Marco Antônio Moreira, e fundamentada na teoria da aprendizagem significativa do psicólogo David Ausubel.

2. Referencial Teórico

Segundo Ausubel (2000) as ideias relevantes que o aluno já possui em sua estrutura cognitiva é o fator mais importante para que ocorra a aprendizagem significativa. Neste processo, novas ideias potencialmente significativas do material de instrução interagem com os conhecimentos prévios, ou seja, com as ideias mais gerais, inclusivas e estáveis que estão ancoradas na estrutura cognitiva. Tal material deve ser potencialmente significativo para o aprendiz, e se relacionar aos conhecimentos prévios de forma não arbitrária e não literal, ou seja, não deve ocorrer de forma aleatória e deve possuir significado lógico.

Em segundo lugar, Ausubel (2000) destaca a importância de o aluno possuir uma prontidão cognitiva, sobre essa condição, o autor explica que

[...] não se determina pelo estado existente dos conhecimentos de matérias do aprendiz numa determinada área, mas antes pela maturidade cognitiva ou pelo nível qualitativo de funcionamento intelectual do mesmo, exigido para se levar a cabo a tarefa de aprendizagem com um grau razoável de esforço e probabilidade de êxito. (Ausubel, 2000, p. 13)

Em outras palavras, essa prontidão cognitiva pode ser descrita como uma predisposição para aprender por parte do aprendiz, que ocorre quando este possui em sua estrutura cognitiva ideias âncora relevante que possa interagir com o material de aprendizagem (Moreira, 2012).

No entanto, essa prontidão cognitiva não ocorre na ausência de um estímulo intelectual apropriado. Nesse sentido, Moreira (2011) desenvolveu aspectos sequenciais para nortear a construção de Unidades de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Segundo o autor as UEPS são sequências de ensino fundamentadas teoricamente, voltadas para a aprendizagem significativa, não mecânica.

Segundo Moreira (2011), a UEPS possui oito etapas: 1. Definir o tópico específico a ser abordado; 2. Identificar os conhecimentos prévios do aluno; 3. Propor situações-problema em nível introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno; 4. Apresentar o conhecimento levando em conta a diferenciação progressiva; 5. Retomar os aspectos mais gerais do conteúdo e propor novas situações-problema mais complexa; 6. Concluir a unidade, dando seguimento ao processo de

diferenciação progressiva numa perspectiva integradora; 7. Avaliação somativa individual; 8. Procurar evidências de aprendizagem significativa.

Para o autor, o princípio que mais influência na aprendizagem significativa e que embasa a elaboração das sequências didáticas são os conhecimentos prévios do estudante. Além disso, destaca a importância de considerar a integração entre pensamentos, sentimentos e ações no ser que aprende (Moreira, 2011).

Para Moreira (2011) a utilização de situações-problema em níveis crescentes de complexidade em várias etapas da sequência didática constitui uma ferramenta útil para auxiliar o professor neste processo, pois a estrutura cognitiva preexistente do indivíduo sofre readaptações diante de uma situação-problemática. Entende-se por problemas quaisquer atividades ou situações que exijam mais do que memorização e aplicação de fórmulas, aquelas que necessitam do conhecimento específico e lógico (Costa & Moreira, 2001; Moreira, 2011).

Barros Filho e Silva (2002) afirmam que, para obter a aprendizagem esperada, as atividades devem ser propostas como situações-problema que gerem desafios cognitivos nos educandos. Além disso, tais atividades devem contemplar vários instrumentos de avaliação, que permitam ao professor acompanhar o desenvolvimento dos estudantes.

Por fim, Moreira (2011) destaca que em todas as etapas da UEPS devem ser utilizados materiais e estratégias de ensino diversificadas. Também se deve favorecer o questionamento, o diálogo e o pensamento crítico, ao invés da memorização de respostas conhecidas.

3. Metodologia

Caracterização do estudo

A estudo em questão é de caráter quali-quantitativo, pois trata-se da coleta de dados descritivos a respeito dos sujeitos, buscando compreender os fenômenos a partir da percepção dos participantes da pesquisa, além disso, as respostas dos alunos foram analisadas de forma estatística, cujos indicadores são apresentados em forma de porcentagem.

Tendo como fonte basilar as definições estabelecidas por Pereira et al. (2018), a pesquisa qualitativa pode ser entendida como um método de interpretação dos dados, em que o pesquisador é responsável por dar sua opinião a respeito do fenômeno estudado, esta afirmação é complementada por Alami et al. (2010), que cita que o estudo qualitativo direciona sua atenção a interpretação dada pelos sujeitos dos mecanismos subjacentes aos comportamentos, de forma a valorizar a diversidade, desta forma, objetiva-se a compreensão de fenômenos sociais, por intermédio de entrevistas com questões abertas, dando voz as pessoas envolvidas no estudo, ao invés de trata-las como objetos.

Já na pesquisa de teor quantitativo, coletam-se dados numéricos obtidos por meio de medições de grandezas, as quais são compostas por um valor numérico e sua respectiva unidade de medida (Pereira, et al., 2018). Possui um eixo principal voltado para a materialização físico-numérica, neste sentido, as variáveis pré-determinadas são mensuradas e analisadas numericamente, como afirmam os autores Mussi et al. (2019)

A pesquisa quantitativa pretende e permite a determinação de indicadores e tendências presentes na realidade, ou seja, dados representativos e objetivos, opondo-se à ciência aristotélica, com a desconfiança sistemática das evidências e experiência imediata. Seu eixo central é a materialização físico-numérica no momento da explicação, com uma desvalorização da subjetividade e da individualidade. (Mussi et al., 2019)

Implementação da proposta

A proposta foi implementada em uma turma do 2º ano do ensino médio técnico integrado do curso de Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) – campus Fortaleza.

Para a aplicação da UEPS, a turma, composta por alunos com idade entre 16 e 18 anos, foi dividida em dois grupos,

para que todos pudessem participar desta abordagem, sem interferir nas aulas regulares. O grupo 1 (G1) foi composto por 13 alunos, enquanto o grupo 2 (G2) possuía 12 estudantes. Assim, a sequência didática foi aplicada separadamente em cada grupo, tendo duração igual de 2 horas/aula (de 50 min cada) em cada momento.

O objetivo desta prática foi verificar a aplicabilidade de cada ferramenta/estratégia educacional utilizada, bem como, identificar se as mesmas causavam engajamento e motivação nos alunos para a aprendizagem de Eletrodinâmica, quando inseridas numa sequência didática de ensino.

A escolha desse tema se deve a familiaridade dos alunos com os aparelhos elétricos de uso domésticos, que envolvem diversos fenômenos e leis físicas, facilitando assim, a discussão das transformações de energia e das relações entre potência, corrente elétrica, tensão e resistência elétrica.

A seguir apresenta-se uma proposta de sequência didática que pode contribuir para a aprendizagem significativa dos conteúdos de Eletrodinâmica (Quadro 1). Na descrição da UEPS é possível identificar para cada objetivo proposto, a atividade/recurso utilizado e a etapa da UEPS correspondente.

Quadro 1: Descrição da UEPS

Etapa da Ueps	Atividade/Recurso Utilizado	Descrição E/Ou Objetivos
1	Apresentar os assuntos que serão trabalhados durante a UEPS: corrente elétrica, tensão elétrica, resistência elétrica e potência elétrica;	Definir o tópico específico a ser abordado;
2	Promover uma discussão/debate por meio de questões pré-definidas sobre situações do cotidiano envolvendo a temática trabalhada, identificando os conceitos-chave relatados pelos alunos;	Propor situações que levem o aluno a externalizar seu conhecimento prévio;
3	Utilizar as simulações do PhET: circuito bateria-resistor, sinal de circuito, lei de Ohm, resistência em um fio;	Propor situações-problema, em nível bem introdutório, funcionando como organizadores prévios;
4	Exposição oral do conteúdo utilizando o programa de apresentação Prezi.	Apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva;
5	Atividade colaborativa em pequenos grupos com um aparato robótico;	Propor situações-problema em níveis crescentes de complexidade;
6	Aplicar o quizz online plicklers, e/ou elaboração de mapas conceituais.	Dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão.

Fonte: Autores.

Como visto no Quadro 1, a UEPS é composta basicamente por seis atividades, aliando softwares educacionais gratuitos e prática experimental com robótica ao conteúdo de Eletrodinâmica. As atividades podem ser realizadas em sala de aula, ou nos laboratórios de informática ou ciências, caso a escola possua. A unidade de ensino possibilita uma interação entre o aprendiz, o saber e a tecnologia.

Vale ressaltar, que ao final da UEPS (etapa 6), em um dos grupos foi aplicado o quizz Plickers, enquanto que no outro grupo foi trabalhada a elaboração de mapas conceituais. A seguir são apresentadas em detalhes as atividades desenvolvidas em cada etapa da UEPS, descrevendo cada ferramenta e estratégia utilizada, sua aplicação e objetivos.

Etapa 1: Contrato didático

Inicialmente, foram apresentados aos alunos os objetivos a serem alcançados e os conteúdos de Eletrodinâmica que

seriam abordados nas aulas. Os tópicos escolhidos foram: corrente elétrica, tensão elétrica, resistência elétrica e potência elétrica.

Explicou-se que seria adotada uma abordagem diferente da tradicional, utilizando recursos como: experimentos de robótica, simulações, quizzes, debates, e mapas conceituais, e que seria fundamental a participação dos alunos nas atividades individuais e colaborativas para aprofundamento do conhecimento e avaliação.

Etapa 2: Diálogo inicial

Após os esclarecimentos sobre o contrato didático, foram criadas situações para instigar o aluno a externalizar seus conhecimentos prévios (etapa 2 da UEPS – ver Quadro 1), recurso imprescindível para a aprendizagem significativa. Nesse sentido, foi realizado um debate com os alunos, mediado pelo professor, utilizando questões que relacionam a eletrodinâmica a situações do cotidiano (ver Quadro 2).

As questões sugeridas visam estimular as ideias dos alunos e fomentá-los a buscar explicações para os questionamentos levantados. No entanto, seu uso não impede o surgimento de novas indagações pelos alunos e professores. Cabe a este identificar os conceitos mais importantes para a aprendizagem significativa do tópico em estudo (Moreira, 2011).

Quadro 2: Questões sugeridas para o debate.

Q1	Já perceberam que em baterias, tais como a de celulares, há a descrição de sua voltagem? O que é a voltagem das baterias? Quais são as semelhanças e diferenças entre voltagem, tensão elétrica e diferença de potencial?
Q2	Alguém já tomou choque tocando em uma bateria de celular? Para tomar choque o que deve ocorrer? O que é o choque elétrico? E o que acontece no curto-circuito?
Q3	O que é corrente elétrica? Qual é a unidade de medida de corrente elétrica? O que é corrente contínua e corrente alternada? Qual é a diferença entre elas?
Q4	O ar conduz corrente elétrica? O que é o raio e por qual motivo ele passa pelo ar?
Q5	Já viram a descrição da potência elétrica em algum aparelho? Exemplifique. O que é potência elétrica e qual é sua unidade de medida?
Q6	Quais são as condições mínimas para que haja corrente elétrica em um circuito elétrico?
Q7	Quais elementos de circuito elétrico vocês conhecem? Qual é o papel de cada um desses elementos?

Fonte: Lopes (2014).

Com a identificação dos conhecimentos prévios relevantes presente na estrutura cognitiva do aluno, acredita-se que o conhecimento apresentado terá mais sentido, contribuindo para a captação de novos conceitos com significado.

Etapa 3: Situações-problema inicial

Essa etapa da UEPS consiste na proposição de situações-problema em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno. Tais situações-problema deve preparar o terreno para a introdução do conhecimento a ser ensinado e podem funcionar como organizador prévio, dando sentido aos novos conhecimentos (Moreira, 2011). Para isso foram utilizadas as simulações computacionais PhET.

O software de simulações PhET da Universidade de Colorado Boulder cria simulações interativas gratuitas de matemática e ciências, possui um ambiente intuitivo, estilo jogo, onde os alunos aprendem através da exploração e da descoberta. A ferramenta pode auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem, possibilitando a construção do conhecimento por parte dos

estudantes.

Para utilizar o software é necessário acessar o endereço eletrônico https://phet.colorado.edu/pt_BR/. Nele, o professor irá clicar na opção “Entre aqui e simule”, e em seguida, selecionar a disciplina “Física” e escolher dentre as 99 simulações a que deseja utilizar (Figura 1).

Figura 1: Estrutura software de simulações PhET.



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/category/physics

O uso das simulações ocorreu através de uma abordagem demonstrativa, com o auxílio do Projetor multimídia e intermediada pelo professor. Os alunos não manusearam individualmente o software, pois no local havia apenas um computador disponível. Dessa forma, o professor realizava ações na plataforma buscando interagir com os alunos por meio de questionamentos sobre as mudanças que ocorreriam logo em seguida, e ressaltando a relação entre as grandezas físicas.

As simulações utilizadas foram: circuito bateria-resistor, sinal de circuito, lei de Ohm, e resistência em um fio. As quais foram escolhidas porque possibilitaram ao estudante ter um contato inicial com os conteúdos propostos, facilitando a interação com os conhecimentos prévios e construção de novos conhecimentos.

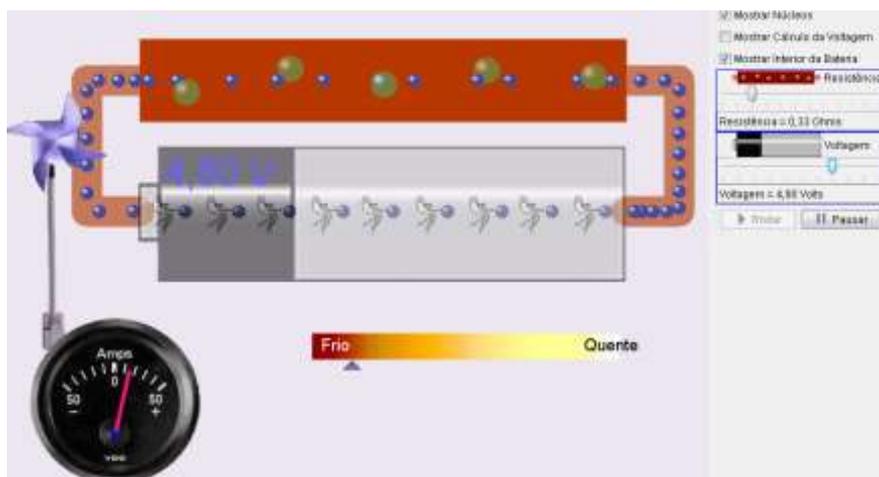
O uso das simulações ocorreu através de uma abordagem demonstrativa, com o auxílio do Projetor multimídia e intermediada pelo professor. Os alunos não manusearam individualmente o software, pois no local havia apenas um computador disponível. Dessa forma, o professor realizava ações na plataforma buscando interagir com os alunos por meio de questionamentos sobre as mudanças que ocorreriam logo em seguida, e ressaltando a relação entre as grandezas físicas.

As simulações utilizadas foram: circuito bateria-resistor, sinal de circuito, lei de Ohm, e resistência em um fio. As quais foram escolhidas porque possibilitaram ao estudante ter um contato inicial com os conteúdos propostos, facilitando a interação com os conhecimentos prévios e construção de novos conhecimentos.

Simulador PhET – “circuito bateria-resistor”

O objetivo desta simulação (Figura 2) é demonstrar por meio de um circuito elétrico simples, a movimentação dos elétrons, à medida que se altera a resistência elétrica e a tensão elétrica. Aumentando a voltagem da bateria, mais elétrons fluem pelo resistor. Aumentando a resistência, pode-se bloquear o fluxo de elétrons. O aluno pode ainda observar a relação entre o movimento de elétrons e a temperatura do resistor. Dessa forma, é possível trabalhar os tópicos: resistência elétrica, voltagem, baterias e corrente elétrica.

Figura 2: Simulação Circuito bateria-resistor.



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/battery-resistor-circuit

O professor pode levantar os seguintes questionamentos aos alunos: O que acontece com a corrente no circuito, com a velocidade das esferas azuis, com a temperatura do resistor, e com as partículas verdes, quando você aumenta ou diminui a resistência do resistor? E quando se aumenta ou diminui a voltagem?

Além disso, pode-se abordar sobre a origem dos elétrons formadores da corrente elétrica, pois os alunos podem apresentar concepções alternativas sobre este tema. Sendo então, uma boa oportunidade para confrontar as ideias iniciais com as concepções científicas e auxiliar na construção de sua estrutura cognitiva.

Simulador PhET – “sinal de circuito”

O objetivo desta simulação (Figura 3) é indicar o sentido de deslocamento dos elétrons no circuito para acender as lâmpadas. Dessa forma, o aluno pode entender o que ocorre quando o interruptor é ligado, e identificar se as esferas azuis representam cargas positivas ou negativas.

Figura 3: Simulação Sinal de Circuito.



Fonte: https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/signal-circuit

Alguns assuntos que podem ser explorados por meio deste recurso são: sinais de circuito e interruptores. O professor pode abordar o sentido real e convencional da corrente elétrica. Também pode explicar a diferença entre circuito aberto e fechado,

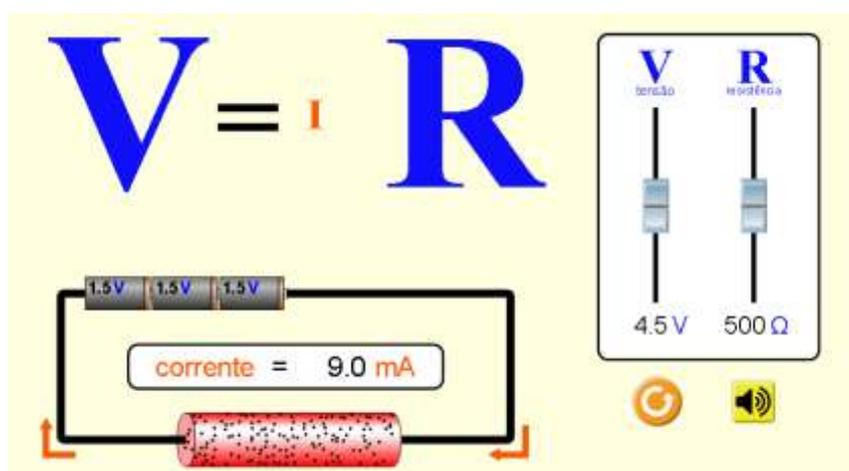
ressaltando o papel do interruptor neste processo, e relacionar a simulação a situações do cotidiano.

Para isto, ligue e desligue o interruptor na simulação, e observe os elétrons. Questione os alunos se a lâmpada acende imediatamente, e por quê. Para tornar a visualização mais clara, marque as opções que possibilitam ver o elétron marcado e também o interior do interruptor.

Simulador PhET – “lei de Ohm”

Esta simulação (Figura 4) tem o intuito de levar o aluno a identificar a relação de proporção entre as grandezas elétricas: tensão, corrente e resistência, permitindo que se altere o valor da resistência e da voltagem. Sendo assim, é possível retratar os tópicos: lei de Ohm, circuitos, corrente, resistência e voltagem no circuito simples.

Figura 4: Simulação lei de Ohm.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_pt_BR.html

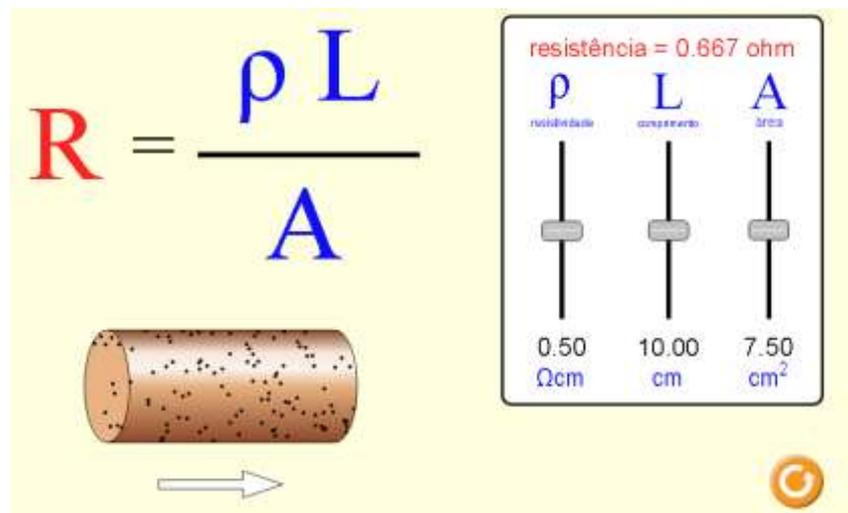
Normalmente os estudantes não têm ideia da relação entre estas três grandezas físicas. Por isso, é importante que sejam bem abordados. A expressão mostrada na simulação é denominada Lei de Ohm: $U = R \cdot i$. Quando um condutor obedece a esta lei, significa que sua resistência elétrica é constante, e, portanto, é chamado de resistor ôhmico.

Esta simulação prever como mudará a corrente quando a resistência do circuito é fixa e a tensão é alterada. Também prever como a corrente mudará, quando a tensão do circuito é fixa e a resistência é alterada. À medida que a posição dos controles da tensão e resistência são variados, as letras que representam as três grandezas na fórmula, aumentam ou diminuem seu tamanho proporcionalmente, facilitando a percepção das relações que se estabelecem entre as grandezas.

Simulador PhET – “resistência em um fio”

A simulação “resistência em um fio” (Figura 5) visa identificar quais grandezas interferem na resistência elétrica de um condutor, e as relações de proporcionalidades entre elas. Podem ser abordados os tópicos: resistividade elétrica, resistência elétrica em um condutor e circuitos elétricos.

Figura 5: Simulação Resistência em um fio.



Fonte: https://phet.colorado.edu/sims/html/resistance-in-a-wire/latest/resistance-in-a-wire_pt_BR.html

A simulação permite alterar a resistividade, comprimento, e área do fio. Ao mexer nos controles deslizantes, a equação é alterada e a estrutura do fio modificada. Dessa forma, o aluno pode medir a resistência, e observar como o tamanho da letra que representa a variável corresponde a seu valor.

Podem-se trabalhar as seguintes questões: Como aumentar ou diminuir a resistência no fio? Se a área de um fio é dobrada, como a resistência muda? A resistividade de um material pode ser alterada? O que acontece com a corrente elétrica quando o fio se torna mais longo ou mais fino?

Etapa 4: Apresentação do conhecimento

Nesta etapa foram apresentados os conhecimentos de Eletrodinâmica, começando com aspectos mais gerais e inclusivos, mas sempre exemplificando, apresentando alguns aspectos específicos. Segundo Moreira (2012), a aprendizagem é facilitada quando o professor parte de uma visão geral, em nível de abstração mais alto, procurando fazer a “ponte” entre aquilo que o aluno já sabe e o que ele precisa saber para aprender significativamente o conteúdo da aula.

Nesta perspectiva, iniciou-se abordando os seguintes tópicos: circuitos elétricos; transformações de energia nos aparelhos elétricos; caracterização dos aparelhos elétricos e de suas fontes; e corrente elétrica. Foi adotada como estratégia, a aula expositiva dialogada, na qual, o conteúdo é exposto ao mesmo tempo em que o professor leva os estudantes a questionarem, interpretarem e discutirem o objeto de estudo.

Para auxiliar neste processo utilizou-se como recurso computacional, o software de apresentação Prezi (Figura 6). O Prezi é uma ferramenta para construção de apresentação de slides organizado em HTML5, que utiliza as vantagens da computação em nuvem, e possui diferentes modalidades de zoom e rotações, oferecendo um grande impacto e apelo visual. A plataforma utiliza o conceito de mapas mentais, e dessa forma permite a liberdade criativa e a possibilidade de adicionar elementos às apresentações, em um formato não linear.

Além disso, disponibiliza uma versão gratuita que roda a partir do navegador. A apresentação utilizada nesta etapa está disponível para acesso público em: <https://prezi.com/p/sbtlxt3q8nx7/eletrodinamica-aparelhos-e-circuitos-eletricos-parte-1/>.

Figura 6: Software de apresentação Prezi.



Fonte: Autores.

Etapa 5: Situações-problema complexas

Nesta etapa da unidade de ensino foram propostas novas situações-problema em nível mais alto de complexidade em relação às situações anteriores. A atividade consistiu de uma prática experimental envolvendo Robótica educacional.

A plataforma utilizada no experimento, denominada de “Roboard” é uma plataforma que utiliza dois motores de corrente contínua de 3 - 6 volts acoplados em engrenagens que aumentam seu torque sem diminuir a sua velocidade. Na parte superior da plataforma há uma matriz de contatos de 400 furos, um interruptor, barras de terminais para conexões dos motores e da bateria, e um LED indicador (Figura 7).

Vale ressaltar que antes de iniciar a prática, os alunos receberam uma breve orientação sobre o funcionamento da protoboard, destacando a importância da sua utilização com circuitos elétricos em laboratório. Em seguida, iniciaram o manuseio e montagem do circuito na plataforma robótica para que esta viesse a se movimentar. Para auxiliá-los nesta prática, os alunos receberam um relatório experimental impresso com as etapas de execução a serem seguidas.

A montagem do circuito na plataforma robótica foi realizada utilizando-se resistores de diferentes resistências e fios jumpers na matriz de contatos (protoboard). Por meio de diferentes arranjos, os alunos puderam observar mudanças na movimentação do Roboard, ora a plataforma se movia pra frente e para trás, ou girava no sentido horário e anti-horário.

Figura 7: Plataforma robótica – Roboard.



Fonte: Autores.

A atividade foi realizada em pequenos grupos, e ao final dos procedimentos práticos, os alunos responderam algumas perguntas relativas ao experimento com o intuito de verificar o grau de compreensão dos fenômenos estudados.

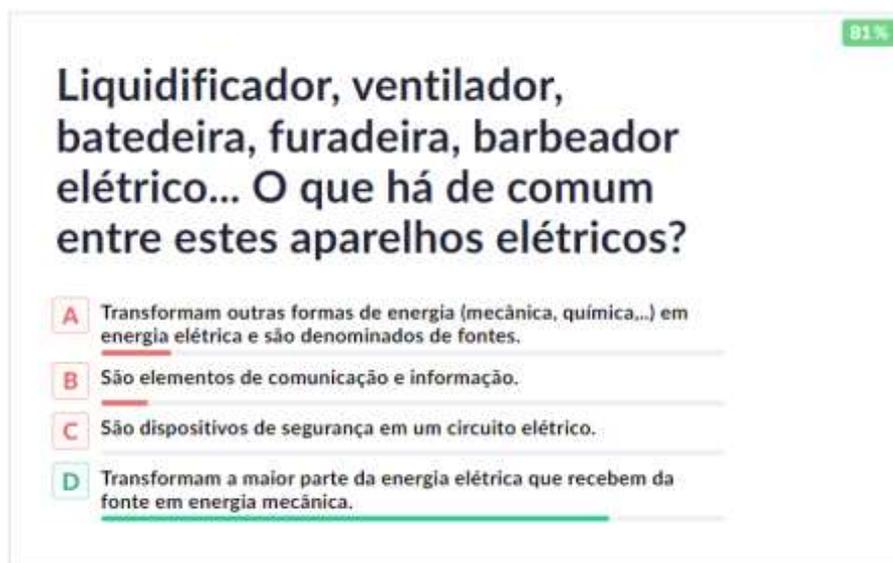
Etapa 6: Conclusão da unidade de ensino

Na última etapa da sequência didática devem ser retomadas as características mais relevantes do conteúdo numa perspectiva integradora, ou seja, explorando relações entre ideias, conceitos, proposições e apontando similaridades e diferenças importantes. Neste processo, conhecimentos já estabelecidos na estrutura cognitiva podem ser reconhecidos, relacionados, reorganizados e adquirir novos significados (Moreira, 2011). Para isso, foi realizado em um dos grupos um quizz, enquanto no outro grupo foi trabalhado a elaboração de um mapa conceitual.

Quiz online Plicklers

Após o debate foi realizado um quiz (Figura 8) com a turma sobre aparelhos elétricos de uso doméstico. Segundo Gonçalves Filho e Toscano (2016), a familiaridade dos alunos com esses aparelhos facilita a discussão sobre diversos temas, como: transformações de energia, potência, corrente elétrica, tensão e resistência elétrica.

Figura 8: *Quizz Plickers* sobre fundamentos de eletrodinâmica.



Fonte: Autores.

Foram utilizadas 10 perguntas enfatizando questões do tipo: “o que há de comum entre estes aparelhos elétricos?”; “qual transformação de energia ocorreu nestes aparelhos?”; “o que acontece se uma geladeira for ligada numa tensão maior que a indicada pelo fabricante?”. As perguntas foram projetadas em projetor multimídia e os alunos escolheram a alternativa correta utilizando os cartões-resposta padrão do Plickers.

O Plickers apresenta como vantagens, a necessidade de apenas um aparelho (celular, computador, tablet) para a leitura e armazenamento das respostas dos alunos. Além disso, fornece um feedback imediato, pois disponibiliza ao final de cada pergunta a porcentagem de acertos da turma, tanto por questão quanto por aluno.

Mapas Conceituais

De um modo geral, os mapas conceituais (MC) são diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. Eles podem seguir um modelo hierárquico, onde os conceitos mais abrangentes ficam no topo, e os conceitos mais específicos ficam na parte mais inferior. Setas podem ser utilizadas para dar um sentido de direção a determinadas relações conceituais, mas não obrigatoriamente (Moreira, 2005).

Pereira et al. (2018) definem que a estrutura dos MC é formada por retângulos que contém os conceitos de um determinado assunto, e são conectados por setas, fazendo relações importantes entre os conceitos, essas relações “podem ser expressas por meio de verbos, preposições, conjunções e/ou outros elementos ligantes” (Pereira, et al., 2018)

De acordo com Tolfo (2020), os MC podem ser entendidos como recursos didáticos usados para promoção da construção de conhecimentos, tornando o aluno um participante ativo do processo de ensino-aprendizagem. O autor ainda destaca que por meio da utilização desse recurso, a aprendizagem torna-se mais significativa.

O MC é muito flexível e pode ser utilizado de várias maneiras, e para várias finalidades. Nessa prática ele foi utilizado como recurso de aprendizagem e avaliação. Pois ao mesmo tempo que foi útil para reforçar os assuntos abordados na aula, serviu também para verificar o nível de aprendizagem dos alunos ao final do tópico abordado ((Moreira, 2005).

Para a realização desta prática os alunos foram divididos em três grupos de 4 ou 5 alunos. Inicialmente, foram repassadas explicações sobre como proceder na elaboração do mapa conceitual. Para isso, foi adotado um tema aleatório de conhecimento dos alunos, e os grupos construíram o MC com a orientação do professor. Os alunos pensaram e escreveram dez conceitos relacionados ao tema proposto, e em seguida, foram relacionando tais conceitos entre si, utilizando setas e palavras de ligação,

para deixar o MC mais explicativo.

Após a construção deste primeiro mapa, as mesmas etapas foram repetidas para o tópico da aula de Física. Cada grupo, após concluir o MC explicou para os demais colegas da sala, visto que o MC não é autoexplicativo, esta etapa é importante para a consolidação dos significados por quem elaborou, e para a compreensão pelos demais.

4. Resultados e Discussão

A seguir serão apresentados os resultados obtidos em algumas das atividades, as quais serviram como instrumentos de avaliação formativa. Segundo Moreira (2011), a avaliação formativa avalia o progresso do aluno de forma contínua e ocupada com os significados apresentados e em processo de captação. E pode ocorrer por meio de situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor, dentre outras maneiras.

Sabendo que a turma havia sido dividida em dois grupos (G1 e G2) para realização da sequência didática, adotou-se a seguinte nomenclatura para diferenciar a que grupo os alunos pertenciam. Dessa forma, os alunos do G1 foram denominados por A1, A2, A3, A4, em diante, e os alunos do G2, foram representados por E1, E2, E3, seguindo assim, a sequência na ordem crescente. No entanto, vale ressaltar que algumas atividades foram realizadas em equipe, e nesses casos, numeramos as equipes de 1 a 4, sempre especificando a qual grupo pertencem.

Análise do Relatório Experimental

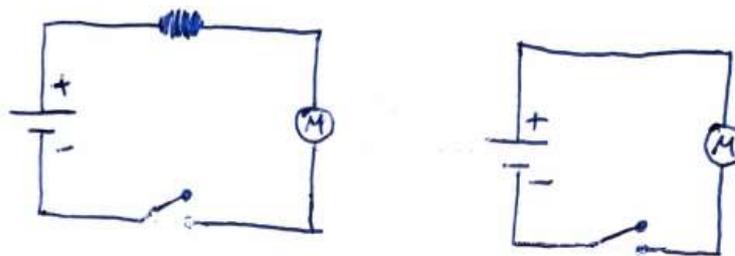
Durante a realização da prática experimental os alunos seguiram um roteiro, que serviu de orientação para que eles explorassem corretamente o aparato robótico, e pudessem perceber as funcionalidades do mesmo. Após esta etapa, os alunos responderam quatro questões sobre a prática realizada, as quais discutiremos a seguir.

A primeira pedia que os alunos fizessem a representação esquemática do circuito elétrico que montaram na protoboard para o devido funcionamento dos motores. Com essa questão buscava-se verificar a compreensão dos alunos quanto aos elementos básicos de um circuito elétrico e quanto as formas de ligação do resistor, se em série ou em paralelo.

Com as respostas observou-se que de um modo geral, as equipes fizeram a representação correta do circuito elétrico, utilizando os componentes: bateria, resistor, motor elétrico, interruptor e condutor, utilizando a simbologia adequada.

Alguns alunos fizeram a representação do circuito em dois momentos, antes e depois de se conectar o resistor, como pode-se ver na Figura 9, o circuito esquemático de uma das equipes. Porém, outras não inseriram o resistor em seus esboços. Além disso, algumas equipes não identificaram os polos da bateria, como também, alguns não representaram o interruptor no circuito.

Figura 9: Representação do circuito elétrico do aparato robótico feita pelos alunos da equipe 2 (grupo 2).



Fonte: Autores.

Na segunda questão os alunos deveriam relatar o que aconteceu com o funcionamento da plataforma robótica quando invertem a ligação dos polos da bateria. Ao realizar essa etapa, os alunos observaram a mudança no sentido de deslocamento

do robô. Logo, buscou-se verificar o nível de compreensão dos alunos quanto ao que ocasionou essa mudança, que no caso foi a inversão do sentido da corrente. Muitas respostas mostraram um bom entendimento do fenômeno, como pode-se ver a seguir:

Equipe 1 (G1): “O sentido do movimento dos motores inverteu, pois o sentido da corrente elétrica mudou”.

Equipe 2 (G1): “Ele mudou sua direção. Com a inversão dos polos o motor começou a funcionar para o lado oposto, pois a corrente será alternada”.

Equipe 3 (G1): “Ele andou no sentido inverso, pois o sentido da corrente foi alterado”.

Vale destacar, que durante a prática experimental, os alunos realizaram diferentes ligações entre os polos das baterias e dos motores, e conseqüentemente, observaram características diferentes no movimento do aparato robótico. Percebeu-se que em algumas equipes os alunos inverteram os polos da bateria de apenas um dos motores do robô, o que ocasionou um movimento circular do mesmo. Por conta disso, as respostas foram tão variadas, como pode-se verificar abaixo:

Equipe 1 (G2): “Ele diferenciou o lado da sua rotação, ele girou”.

Equipe 3 (G2): “Ficou rodando no sentido horário, por conta da influência da troca (inversão) nos polos”.

Equipe 4 (G2): As rodas se moveram em sentido horário, pois os dois lados foram induzidos pela mudança de polos ao movimento circular”.

Constatou-se, portanto, que a maioria dos alunos compreendeu que ao inverter os polos da bateria ocorreu uma mudança no movimento do robô. No entanto, nem todos entenderem a relação dessa mudança com a inversão do sentido da corrente elétrica.

A terceira pergunta pediu que os alunos relatassem as mudanças que observaram quando o resistor foi inserido no circuito. E tinha como objetivo analisar se os estudantes compreenderam o papel deste componente como limitador da corrente elétrica. As respostas mostram que os alunos observaram uma redução da velocidade do Roboard, devido ao aumento da resistência, como pode-se ver a seguir:

Equipe 1 (G1): “A velocidade de rotação do motor cujo circuito continha o resistor diminuiu, pois o resistor aumentou a resistência do circuito, diminuindo a intensidade da corrente”.

Equipe 3 (G1): “Um lado desacelerou, ocasionando uma curva. Um dos lados, o resistor atrapalhou a passagem da corrente elétrica”.

Equipe 4 (G1): “Diminuição do fluxo da corrente elétrica, fazendo com que a força do motor fosse menor”.

A última pergunta retratou o mesmo assunto da anterior, com relação ao uso do resistor, com o seguinte questionamento: “Caso haja necessidade da redução da velocidade dos motores, a ligação dos resistores é indicada?” As respostas confirmam uma compreensão razoável quanto ao papel do resistor no circuito elétrico, como limitador da corrente elétrica, e conseqüente

diminuição da velocidade do Roboard, como pode-se ver a seguir:

Equipe 3 (G1): “Sim, pois atrapalha a passagem da corrente elétrica desacelerando a velocidade de um dos motores”.

Equipe 4 (G1): “Sim, pois aumentará a resistência da corrente diminuindo a força do motor”.

Equipe 2 (G2): “Sim, porque ele diminui a potência do lado que está ligado”.

Equipe 4 (G2): “Sim, pois como foi visto, a ação dos resistores se dá por meio da diminuição da velocidade, em que haverá uma resistência na passagem das cargas elétricas”.

Analisando as respostas dos alunos de cada equipe dos G1 e G2 a cada questionamento, concluiu-se que, de modo geral, os alunos assimilaram algum conhecimento do tema abordado. Os resultados foram positivos, e ressaltam a eficácia da prática experimental com robótica como recurso didático motivador no ensino de Física.

Análise das respostas do Quiz Plickers

A atividade do quizz online foi realizada apenas pelo G1, como última etapa da sequência didática da turma, e consistiu de 10 questões relacionadas aos conteúdos abordados. Os resultados individuais encontram-se na Tabela 1 abaixo. Observa-se que aproximadamente 77% das respostas da turma foram categorizadas como corretas, demonstrando que houve êxito na aprendizagem.

Tabela 1: Resultado do *Quizz* online (Grupo 1).

ALUNO	QUIZZ - G1
	ACERTOS (%)
A1	90
A2	70
A3	90
A4	70
A5	100
A6	90
A7	70
A8	60
A9	20
A10	100
A11	90
A12	60
A13	90

Fonte: Autores.

Algumas questões que retratavam o assunto potência elétrica, seu conceito, unidade de medida, e cálculo envolvendo potência, tensão e corrente elétrica obtiveram um bom número de acertos. Nestas, doze alunos responderam corretamente, correspondendo a 92% de acertos.

Em outras duas questões com mesmo percentual de acerto (92%), abordou-se o conceito de resistência elétrica, e os

fatores que influenciam na resistência elétrica dos condutores, envolvendo a segunda lei de Ohm.

Uma das questões apresentou o menor percentual de acertos, considerado baixo (46%), na qual, apenas 6 alunos responderam corretamente. Essa questão retratava os tipos de associação de resistores e suas características. Foi perguntado como deveriam ser ligadas as lâmpadas de uma residência para receberem a mesma tensão. Todas as demais questões tiveram um percentual de acertos igual ou superior a 69%.

Além disso, vale destacar que apenas um dos alunos obtiveram um resultando individual bem abaixo da média, com apenas 20% de acertos, ou seja, acertou apenas duas das dez questões. Todos os demais obtiveram um percentual de acerto individual igual ou superior a 60% como mostra a Tabela 1. De modo geral, podemos concluir que o quizz online Plickers indicou que muitos dos conceitos abordados na sequência didática foram assimilados pelos alunos.

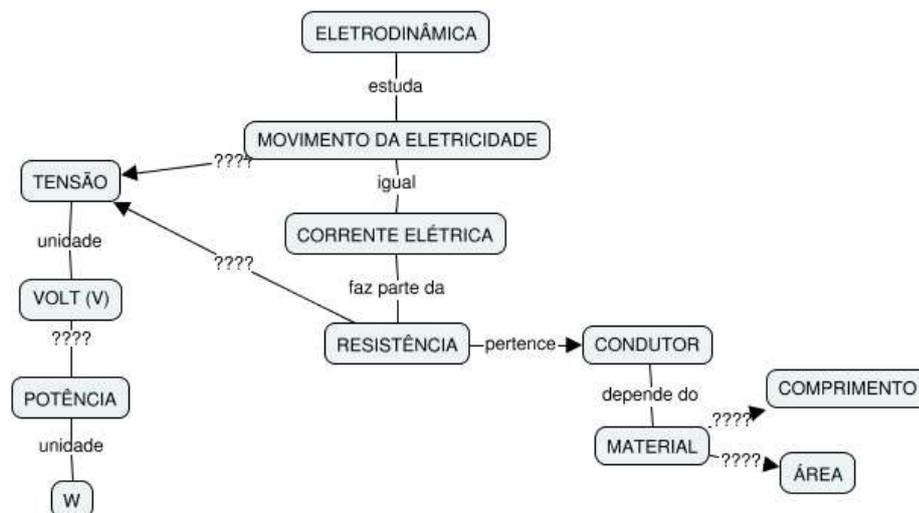
Análise dos Mapas Conceituais

A elaboração de mapas conceituais foi realizada apenas pelo G2, como última etapa da sequência didática desta turma. Para isso, o G2 foi dividido em três equipes, onde cada uma se encarregou de elaborar um MC com os principais conceitos trabalhados no conteúdo de eletrodinâmica.

Para a análise dos MC adotou-se critérios qualitativos. No mapa conceitual da equipe 1 (Figura 10) foram identificados um total de quinze proposições, mas apenas três destas foram consideradas válidas, ou seja, apresentavam relação de significância entre os dois conceitos conectados. Pois apesar dos conceitos estarem ligados a temática em estudo, alguns foram relacionados de forma aleatória.

Quanto a subordinação de conceitos, caracterizada pela apresentação dos conceitos mais gerais no topo, seguidos dos mais específicos na base do mapa, foi identificado quatro níveis de hierarquia conceitual. Os alunos tentaram fazer relações cruzadas, mas a proposição não obteve uma relação significativa, talvez pela ausência das palavras de ligação, que no geral foi pouco utilizada. Não foram identificados exemplos neste mapa.

Figura 10: Mapa conceitual da equipe 1.



Fonte: Autores.

A equipe 2 elaborou um mapa com um total de dezessete proposições, no entanto, apenas uma foi considerada válida. Pelo fato de os alunos terem colocado conceitos/ideias, mas terem omitido as palavras de ligação. Dessa forma, a relação de significância entre os conceitos ficou comprometida. Apesar disso, o mapa apresentou uma certa subordinação entre os conceitos, pois foram identificadas três hierarquias conceituais, e uma relação cruzada. Além disso, identificamos três exemplos, ao citarem

os tipos de eletrização.

Por fim, a equipe 3 apresentou duas proposições válidas, de um total de treze. Assim como nos demais mapas, esse resultado se deve a pouca utilização de palavras de ligação. Além disso, identificou-se três hierarquias conceituais, e dois exemplos, ao descreverem quais eram as cargas elétricas. Mas não utilizaram relações cruzadas.

Na análise dos três MC, observou-se que todos apresentaram características em comum. Em geral, os alunos tiveram dificuldade de hierarquizar os conceitos/ideias, e de relacioná-los corretamente entre si, para formar proposições significativas. E ainda, foi evidente a ausência da devida palavra de ligação em muitas linhas.

Dessa forma, seguindo alguns critérios de classificação atribuídos por Mendonça (2012), analisou-se os MC no quesito hierarquia conceitual e qualidade. As categorias de análise da hierarquia conceitual variam entre: alta, média, baixa e nula. Nesta análise, considerou-se que os mapas elaborados pelas equipes 1, 2 e 3 se enquadram na categoria “média”, a qual indica um mapa com pouca compreensão do tema. Pois apresentam alguns conceitos centrais do tema, mas as palavras de ligação e os conceitos não estão claros, e podem ou não apresentar relações cruzadas.

Quanto a análise da qualidade dos MC, busca-se encontrar evidências de aprendizagem significativa, levando em conta critérios citados no início deste tópico, como: o número de conceitos válidos; o número de ligações corretas; adequação das palavras de ligação utilizadas; entre outros fatores. Os mapas podem ser classificados em três categorias: bom, regular e deficiente. Os mapas das equipes 1, 2 e 3 foram avaliados como mapas “regulares”, que indicam pouca compreensão do tema.

Como justificativa para este resultado pode-se apontar o fato de este ter sido o primeiro mapa conceitual elaborado pelos alunos, após uma breve explicação e orientação de como fazê-lo. Até então os alunos desconheciam tal ferramenta didática. Além disso, durante a elaboração, os professores interferiram o mínimo possível. O objetivo da utilização dos MC nesta sequência didática foi de analisar a viabilidade da prática, e identificar as dificuldades dos alunos para fazer as devidas intervenções em aplicações futuras.

Por meio dos resultados foi possível perceber que seria necessário um momento prévio para explicar o que é um mapa conceitual, as etapas que constitui a sua elaboração, apresentar exemplos de mapas prontos, além de dispor de um tempo maior para a construção dos MC juntamente com os alunos, e elucidação de dúvidas. Somente após estas etapas, sugere-se a utilização desta ferramenta como fim de analisar o nível de aprendizagem dos alunos num determinado conteúdo.

Apesar das limitações identificadas, a apresentação e uso dos mapas conceituais neste contexto de ensino causou uma impressão favorável na turma, levando-os a vivenciar a experiência ativamente e de forma participativa, evidenciando maior interesse e motivação pela aprendizagem.

5. Conclusão

A sequência didática idealizada, desenvolvida e aplicada neste trabalho, a qual é denominada de UEPS, criada pelo professor Marco Antônio Moreira, foi fundamentada, tendo como fonte basilar a teoria da aprendizagem significativa proposta por David Ausubel.

A sequência é composta por recursos, tais como, robótica, quizzes, simulações computacionais e mapas conceituais para realizar a promoção do entendimento de conceitos relacionados a eletrodinâmica, de forma que os alunos fossem capazes de explicar o fenômeno relacionado à prática em questão.

Após a prática e manuseio do aparato robótico, os alunos responderam quatro perguntas a respeito do experimento realizado. De um modo geral, com relação à primeira pergunta, foi possível notar que a representação do circuito elétrico feita pelos alunos estava correta, apesar de algumas equipes não inserirem o resistor em seus esboços, ou não colocarem a identificação dos polos e do interruptor.

A partir da segunda pergunta e analisando as respostas dos alunos, pôde-se perceber que a grande maioria dos estudantes

compreendeu o efeito da inversão dos polos da bateria. O mesmo aconteceu na terceira pergunta com relação a inserção do resistor, mostrando que os alunos foram capazes de perceber a redução na velocidade do robô ao incluir uma resistência.

Por fim, na quarta pergunta, relacionada com a anterior, os alunos demonstraram uma compreensão razoável com relação à real função do resistor no circuito, que é limitar a passagem de corrente elétrica, implicando em uma redução da velocidade. Desta forma, com a aplicação da prática experimental, pode-se inferir que os alunos demonstraram uma boa compreensão do tema abordado, demonstrando assim, a eficácia da prática experimental.

Com relação a aplicação do quiz Plickers, pode-se dizer que os conceitos abordados na sequência didática foram assimilados pelos alunos, tendo em vista que 77% das respostas da turma foram categorizadas como corretas. Com relação a média individual, apenas um aluno obteve média abaixo do esperado, acertando apenas 20% das dez questões propostas.

Por fim, analisando-se os mapas produzidos pelos alunos nos quesitos hierarquia conceitual e qualidade, estes, foram avaliados em médio e regular, respectivamente, o que permite dizer que, é necessário que os alunos tenham um embasamento prévio antes de utilizar tal ferramenta de ensino, de forma que o aprendizado seja mais significativo.

No geral, a proposta deste trabalho obteve considerável êxito com sua aplicação em sala de aula, mostrando que a sequência didática em questão é uma excelente aliada para validação dos conteúdos de eletrodinâmica, podendo, com pequenas modificações, ser também utilizada para trabalhar em sala de aula e elucidar diferentes conteúdos de distintas disciplinas.

A sequência didática nos permite elaborar atividades que englobem outros assuntos estudados na Física do ensino médio, já que foi usado um robô veículo. Para trabalhos futuros é possível aplicar a sequência didática no estudo da cinemática, mostrando experimentalmente determinados tipos de movimentos, onde há uma carência de atividades simples que demonstre, por exemplo, a relação de velocidade e espaço percorrido.

Referências

- Alamis, S., et al. (2010). *Os métodos qualitativos*. Vozes.
- Aguiar, M. D. et al. (2020). O mal-estar docente no ensino de Física: perspectivas e desafios. *Research, Society and Development*, 9(6), e106963265. 10.33448/rsd-v9i6.3265.
- Ausubel, D. P. (2000). *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Editora Plátano.
- Barros Filho, J. & Silva, D. (2002). Buscando um sistema de avaliação contínua: ensino de eletrodinâmica no ensino médio. *Ciência & Educação*, 8(1), 27 – 38.
- Bonadiman, H. & Nonenmacher, S. E. B. (2007). O Gostar e o Aprender no Ensino de Física: Uma Proposta Metodológica – *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(2), 194-223.
- Costa, S. S. C. & Moreira, M. A. (2001). A resolução de problemas com um tipo especial de aprendizagem significativa. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 18(3), 263-277.
- Gonçalves Filho, A. & Toscano, C. (2016). *Física: interação e tecnologia*. (2a ed.), Leya.
- Moreira, M. A. (2012). ¿Al final qué es aprendizaje significativo? *Revista Currículum*, La Laguna, 25, 29-56.
- Moreira, M. A. (2011). Unidades de Ensino Potencialmente Significativas – UEPS. *Aprendizagem Significativa em Revista*, 1(2), 43-63.
- Moreira, M. A. (2005). Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa. *Revista Chilena de Educação Científica*, 4(2), 38-44.
- Mussi, L. M. P. et al. (2019). Pesquisa Quantitativa e/ou Qualitativa: distanciamentos, aproximações e possibilidades. *Revista Sustinere*. 7(2), 414-430.
- Nardi, R. & Castiblanco, O. (2014). *Didática da Física*. Cultura Acadêmica.
- Pereira A. S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. UFSM.
- Praia, J. et al. (2002). A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência e Educação*, 8(2), 253-262.
- Rezende, F. et al. (2004). Identificação de Problemas do Currículo, do Ensino e da Aprendizagem de Física e de Matemática a partir do discurso de Professores. *Ciências e Educação*, 10(2), 185-196.
- Rocha, F. et al. (2014). Acelerômetro eletrônico e a placa Arduino para o ensino de Física em tempo real. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 31(1), 98-123.

Santos, J. P. S. et al. (2018). Visões de ciência e tecnologia entre os licenciados em Física quando utilizam a robótica educacional: um estudo de caso. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23(1), 32-55.

Tolfo, C. (2020). Os Mapas Conceituais e a promoção da participação ativa em sala de aula. *Research, Society and Development*, 9(1), e69911630. 10.33448/rsd-v9i1.1630.

Trentin, M. et al. (2015). Robótica educativa livre no ensino de Física: da construção do robô à elaboração da proposta didática de orientação metacognitiva. *Revista Brasileira de ensino de ciência e tecnologia*, 8(3), 274-292.