

MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física



INSTITUTO FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CAMPUS NATAL – CENTRAL / DIRETORIA DE PESQUISA E INOVAÇÃO
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

Dissertação de Mestrado

**Uma proposta experimental e lúdica para o ensino de conceitos de
eletrodinâmica em circuitos elétricos**

JOSÉ AUGUSTO PEREIRA NETO

Natal, RN
Novembro de 2018

Uma proposta experimental e lúdica para o ensino de conceitos de eletrodinâmica em circuitos elétricos

JOSÉ AUGUSTO PEREIRA NETO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto

Natal, RN
Novembro de 2018

Uma proposta experimental e lúdica para o ensino de conceitos de eletrodinâmica em circuitos elétricos

JOSÉ AUGUSTO PEREIRA NETO

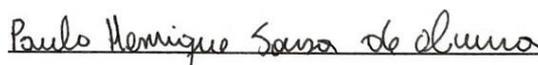
Orientador: Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto

Dissertação de Mestrado submetida ao Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Física, no Curso de Mestrado Nacional Profissional de Ensino de Física (MNPEF), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

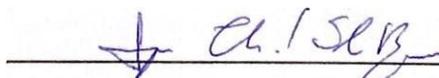
Aprovada por:



Prof. Membro da Banca, Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto
IFRN Campus Natal Central



Prof. Membro da Banca, Dr. Paulo Henrique Sousa de Oliveira
UFRN



Prof. Membro da Banca, Dr. Jacques Cousteau da Silva Borges
IFRN Campus Natal-Central

Natal, RN
Novembro de 2018

FICHA CATALOGRÁFICA

P436p Pereira Neto, José Augusto.
Uma proposta experimental e lúdica para o ensino de conceitos de eletrodinâmica em circuitos elétricos / José Augusto Pereira Neto – Natal, 2018.

111 f : il. color.

Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Natal, 2018.

Orientador (a): Dr. Calistrato Soares da Câmara Neto.

1. Eletrodinâmica. 2. Ensino de Física – Ensino Médio. 3. Experimentação (Física) – Jogos pedagógicos. I. Neto, Calistrato Soares da Câmara. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. III. Título.

CDU 537.8

Catálogo na Publicação elaborada pela Bibliotecária Maria Ilza da Costa – CRB-15/412
Biblioteca Central Sebastião Fernandes (BCSF) - IFRN

*Dedico essa dissertação a minha filha
Maria Thereza de Araújo Pereira, minha
esposa, Suenia Sheyla do Nascimento
Araújo, ao meu pai, Antonio Augusto
Pereira (In Memoriam), minha mãe,
Maria da Luz Pereira e a minha irmã,
Maria Clara Pereira.*

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida.

À minha filha Maria Thereza por me dar diuturnamente a paz necessária para seguir em frente, a sua vida foi o meu maior presente.

Agradeço a minha esposa Suenia Sheyla, por sempre estar ao meu lado, me apoiando e me dando força nos momentos mais difíceis, te amo.

A meu pai Antonio Augusto (in memoriam). O senhor foi a minha maior fonte de inspiração, mesmo não estando mais entre nós.

À minha mãe Maria da Luz, fonte de amor, sabedoria e compreensão, luz da minha vida.

À minha irmã Maria Clara, por sempre acreditar em mim, minha primeira e melhor amiga.

À toda minha família, que sempre esteve do meu lado torcendo pelo meu sucesso.

À minha amiga Geane Cavalcante, pelo apoio fundamental e imprescindível na construção deste trabalho. Meu muito obrigado.

A meu orientador, professor Dr. Calistrato Câmara, por todas as orientações e ensinamentos.

Ao Conselho de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro à pesquisa.

Aos meus colegas da turma de 2016 do mestrado profissional, que também contribuíram durante nossos encontros para minha evolução profissional e intelectual e me auxiliaram, de maneira generosa, quando pensei em abandonar o curso.

A todos os meus alunos, que colaboraram para o meu crescimento profissional durante a pesquisa e durante toda a minha jornada como professor de Física.

Agradeço a todos os professores do IFRN, que contribuíram para a minha formação acadêmica.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, de uma maneira ou de outra, participaram dessa conquista, acreditando e torcendo por mim.

Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, com o apoio da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e da SBF (Sociedade Brasileira de Física). Neste trabalho propomos o emprego de uma unidade didática como ferramenta pedagógica para a consolidação dos conceitos de eletrodinâmica, com ênfase nas associações em série e em paralelo, a alunos do ensino médio. Além disso, foi desenvolvido e confeccionado um aparato experimental (painel elétrico) relacionado a circuitos simples (associação em série e paralelo), com intuito de evidenciar a importância decorrente desse estudo. A unidade didática foi composta por dez aulas, dentre elas, teóricas e experimentais. A aplicação da unidade didática foi embasada nos três momentos pedagógicos do Delizoicov (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento). As aulas aqui propostas incluíram discussões sobre conceitos físicos relacionados ao fenômeno estudado, que se desenvolveram de forma satisfatória, graças a facilidade no manuseio do experimento. Foi também aplicado um jogo de cartas intitulado: Jogo de cartas eletrodinâmico, com o intuito de proporcionar o momento de aprendizagem mais interessante para os alunos. Por fim, foi aplicado uma avaliação quantitativa, para mensurar a absorção do conteúdo, por parte dos alunos e, uma avaliação qualitativa, que se trata de um questionário para verificar se realmente, os procedimentos adotados com os alunos, teve efeitos positivos na aprendizagem do ensino de física. Este trabalho foi aplicado em duas turmas de terceira série do Ensino Médio da Escola Estadual em Tempo Integral – José Augusto, na cidade de Caicó, interior do Rio Grande do Norte.

Palavras chave: Ensino de Física, Física experimental, Painel Elétrico, Associação em Série, Associação em Paralelo.

Abstract

The present work was developed within the scope of the National Professional Master's Degree in Physics Teaching, with the support of CAPES (Coordination of Improvement of Higher Level Personnel) and SBF (Brazilian Society of Physics). In this work we propose the use of a didactic unit as a pedagogical tool for the consolidation of the concepts of electrodynamics, with emphasis on series and parallel associations, to high school students. In addition, an experimental apparatus (electrical panel) related to simple circuits (series and parallel association) was developed and made, in order to highlight the importance of this study. The didactic unit is composed of ten classes, among them, theoretical and experimental. The application of the didactic unit is based on the three pedagogical moments of Delizoicov (initial problematization, organization of knowledge and application of knowledge). The classes proposed here included discussions on physical concepts related to the studied phenomenon, which developed satisfactorily, thanks to the ease in handling the experiment. It was also applied a card game called electrodynamic card game, in order to provide the most interesting learning moment for the students. Finally, a quantitative evaluation was applied to measure students' absorption of content, and a qualitative evaluation was a questionnaire to verify if the procedures adopted with students had a positive effect on learning the physics teaching. This work was applied in two classes of third grade of the High School of the State School in Integral Time - José Augusto, in the city of Caico, in the interior of Rio Grande do Norte.

Keywords: Physics Teaching, Experimental Physics, Electrical Panel, Association in Series, Association in Parallel.

Lista de Figuras

Figura 1. Vista de frente do painel elétrico	Erro! Indicador não definido.0
Figura 2. Figura esquemática do esboço do painel elétrico.....	33
Figura 3. Esboço do painel elétrico.	33
Figura 4. Corte na estrutura de madeira para acoplar o disjuntor.....	34
Figura 5. Borne para pino banana com fio soldado	35
Figura 6. Painel elétrico com bornes e tomadas nas suas posições.....	35
Figura 7. Tomada 1 associada com a sequência paralela.....	36
Figura 8. Painel elétrico com toda a fiação passada	37
Figura 9. Painel elétrico montado.....	38
Figura 10. Exemplo da carta que será utilizada no momento lúdico.....	39
Figura 11. Desmontando o painel elétrico para a visualização dos componentes constituintes.	43
Figura 12. Figura esquemática do painel elétrico para o circuito série	43
Figura 13. Aula expositiva acerca de circuitos simples.....	44
Figura 14. Alunos trabalhando na construção do circuito série	46
Figura 15. Alunos medindo a tensão no circuito construído	46
Figura 16. Alunos medindo corrente e tensão no painel elétrico Erro! Indicador não definido.7	
Figura 17. Discentes respondendo as questões propostas.	48
Figura 18. Representação esquemática do painel elétrico para o circuito paralelo	49

Figura 19. Kit experimental para produção do circuito paralelo.	51
Figura 20. Alunos medindo a tensão no circuito construído	51
Figura 21. Alunos na disputa do jogo de cartas.....	52
Figura 22. Discentes respondendo as questões propostas.	54
Figura 23. Aula teórica acerca do circuito série.....	55
Figura 24. Aula prática acerca do circuito paralelo	56

Lista de Gráficos

Gráfico 1. Promove métodos de pensamento científico e de senso comum....	58
Gráfico 2. Desenvolve habilidades de manuseio experimental.....	59
Gráfico 3. Instiga a observação e o registro cuidadoso de dados	59
Gráfico 4. Enfatiza a compreensão de conceitos e a aplicação em situações concretas	60
Gráfico 5. Relaciona a teoria com a prática, promovendo sua compreensão. .	61
Gráfico 6. Pratica a resolução de problemas através da experimentação	61
Gráfico 7. Constam fatos e princípios estudados anteriormente.....	62
Gráfico 8. Motiva e mantém o interesse no conteúdo explanado	63
Gráfico 9. Avalia a eficácia de aulas experimentais no processo de aprendizagem.	63
Gráfico 10. Tornam os fenômenos físicos mais reais por meio da experiência	64
Gráfico 11. Como você avalia a qualidade desse recurso didático?	65
Gráfico 12. Qual a sua opinião em relação a estrutura do painel elétrico?	66
Gráfico 13. Em relação ao manuseio do painel elétrico, como você avalia? ...	66
Gráfico 14. Como você considera a aplicabilidade do painel elétrico para a compreensão dos circuitos série e paralelo?	67
Gráfico 15. Os conceitos de circuito divisor de corrente e divisor de tensão ficaram bem evidenciados nesse recurso didático?	68
Gráfico 16. Você avalia que esse aparato alcançou o objetivo de trabalhar os conceitos presentes nos circuitos simples (série e paralelo)?	68

Gráfico 17. Como você avalia a relação existente entre o painel e o seu cotidiano?	69
Gráfico 18. Como você avalia a qualidade desse recurso didático?	70
Gráfico 19. Qual a sua opinião em relação a utilização desse recurso?.....	71
Gráfico 20. Na sua avaliação, qual o nível de importância desse recurso para aprendizagem do tema?	71
Gráfico 21. Qual o nível de motivação a aprender o conteúdo visto em sala, usando o jogo de cartas eletrodinâmico?	72
Gráfico 22. Como você considera o aprofundamento da aprendizagem sobre o tema, com a utilização desse recurso?	73
Gráfico 23. Resultado da avaliação quantitativa.....	74

Lista de Tabelas e Quadros

Tabela 1: Fotos de cada material que será utilizado na montagem do painel elétrico.....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 2: Fotos exemplificando a furação das tomadas.....	Erro! Indicador não definido.
Tabela 3: Fotos mostrando o plug fechado e aberto, com curto	34
Tabela 4: Distribuição das aulas.....	35
Quadro 1: Questões propostas para o circuito série.....	36
Quadro 2: Questões propostas para o circuito paralelo.....	42

Sumário

1	INTRODUÇÃO	14
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	16
2.1	A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA	16
2.1.1	A evolução do debate sobre experimentação no ensino da física no Brasil	17
2.2	ABORDAGEM E CONCEPÇÕES DO USO DE EXPERIMENTAÇÃO EM AULAS DE FÍSICA	20
2.3	O JOGO COM FERRAMENTA DE ENSINO	22
2.4	OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS (3MP).....	25
3	PRODUTO EDUCACIONAL	28
3.1	A UNIDADE DIDÁTICA	29
3.1.1	O aparato Experimental	30
3.1.2	Material utilizado	31
3.1.3	Construção do Painel Elétrico.....	32
3.1.4	A função do jogo de cartas.....	38
3.1.5	Confecção das cartas	39
3.1.6	Como jogar	40
4	PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS	41
5	ANÁLISES E RESULTADOS	53
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
6.1	PERSPECTIVAS FUTURAS	80
7	REFERÊNCIAS.....	82
	APÊNDICE A.....	85
	SEQUÊNCIA DE ATIVIDADE	85
	APÊNDICE B.....	99
	SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS	99
	ANEXO 104	

1 INTRODUÇÃO

Fazendo um levantamento dos parâmetros curriculares nacionais (PCN) – Ensino Médio, podemos ver o seguinte diagnóstico: “O ensino de Física tem sido realizado frequentemente mediante a apresentação de conceitos, leis e fórmulas, de forma desarticulada, distanciados do mundo vivido pelos alunos e professores e não só, mas também por isso, vazios de significado...”. Dessa forma, uma das alternativas para um ensino mais significativo, é aproximarmos o conteúdo do cotidiano do aluno incentivando as práticas experimentais, a fim de despertar o interesse pela disciplina.

Frente dificuldades apresentadas por alunos do ensino médio, no que diz respeito a compreensão do raciocínio, muitas vezes abstrato na disciplina de física, propomos um trabalho em que o estudante do ensino médio possa ser seduzido pela disciplina e passe a compreender melhor os conceitos intrínsecos ao conteúdo. A proposta será baseada na experimentação e na aplicação de um momento lúdico.

O objetivo geral desse trabalho é trabalhar os conceitos presentes nos circuitos simples, por meio de um aparato experimental nas aulas. Como objetivo específico, pensamos desenvolver e confeccionar um painel elétrico, para que o aluno tenha a oportunidade de interagir, na prática, com conceitos relacionados à eletrodinâmica, mais precisamente no que concerne as associações em série e paralelo. E assim, ter a oportunidade de evidenciar os conceitos e leis acerca do conteúdo abordado.

Outro objetivo, também específico, é elaborar uma unidade didática que possa auxiliar o professor na sequência de conteúdos que será abordado para introduzir os conceitos de associações em série e paralelo. Com isso, esperamos colaborar para um ensino mais significativo onde aluno e professor possam ter igual importância no processo de ensino – aprendizagem

A dissertação está organizada da seguinte maneira. O capítulo 2 está destinado aos fundamentos teóricos, onde traremos algumas concepções dos PCN's e de pesquisadores que abordam acerca do tema. Nele iremos fazer uma breve discussão sobre a importância da experimentação no ensino de física, a evolução do debate sobre experimentação no ensino da física no Brasil, abordagens e concepções do uso de experimentação em aulas de física. Será realizada uma discussão do jogo como

ferramenta de ensino, visto que, propomos também a utilização de um jogo de cartas para um momento lúdico de aprendizagem. Finalizando o capítulo, faremos uma breve reflexão sobre os três momentos pedagógicos, teoria que norteia a aplicação do nosso produto educacional.

No capítulo 3, será apresentado o produto educacional. Neste capítulo faremos uma descrição do nosso produto desde sua concepção até sua construção e aplicação. Nortearmos sobre a unidade didática, o aparato experimental, o material utilizado e a construção do painel elétrico. Já no capítulo 4, faremos uma descrição sobre nossa metodologia e os passos que seguimos para a aplicação do produto educacional. No capítulo 5, trazemos alguns resultados obtidos a partir da aplicação do questionário utilizado para avaliar o grau de satisfação dos alunos em relação às atividades propostas e também acerca dos resultados obtidos na avaliação quantitativa. Por fim, no capítulo 6 apresentamos nossas considerações finais, onde fazemos alguns comentários e conclusões sobre o trabalho realizado.

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A qualidade do ensino-aprendizagem nas escolas públicas é questão bastante discutida no campo educacional. No caso do ensino de Física, isso também é bastante discutido. Encontra-se na literatura da área vários estudos que mostram um diagnóstico negativo e também positivo de como está a qualidade do processo de ensino aprendizagem na disciplina de física (LIMA, 2011).

2.1 A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

De acordo com o PCN para o Ensino Médio – Ciências Naturais (PCN/MEC, 2000), tradicionalmente o processo de ensino aprendizagem dos conteúdos da disciplina de Física, é considerado complexo e difícil, principalmente pelo fato dos professores dessa disciplina basear suas aulas na memorização de fatos e fórmulas, bem como na resolução de inúmeros exercícios matemáticos.

Sobre isso, Borges avalia que:

Os professores de ciências, tanto no ensino fundamental como no Ensino médio, em geral acreditam que a melhoria do ensino passa pela introdução de aulas práticas no currículo [...] é necessário que procuremos criar oportunidades para que o ensino experimental e o ensino teórico se efetuem em concordância, permitindo ao estudante integrar conhecimento prático e conhecimento teórico. Descartar a possibilidade de que os laboratórios têm um papel importante no ensino de ciências significa destituir o conhecimento científico de seu contexto, reduzindo-o a um sistema abstrato de definições, leis e fórmulas. [...] não se trata, pois, de contrapor o ensino experimental ao teórico, mas de encontrar formas que evitem essa fragmentação no conhecimento, para tornar a aprendizagem mais interessante, motivadora e acessível aos estudantes. (BORGES, 2002).

Apesar desse diagnóstico, o PCN de Ciências Naturais para o Ensino Médio propõe uma importante função e caracterização do ensino de Física. Dessa forma, espera-se que o ensino de Física, na escola, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação.

Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas. É necessário também que essa cultura em Física

inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional. Diante dessas funções e características a serem assumidas pelo ensino de Física no Brasil, na atualidade, consideramos que a experimentação é um dos principais elementos para a formação dessa “cultura em Física”.

O ato de experimentar no ensino de Física é de fundamental importância no processo ensino-aprendizagem e tem sido enfatizado por muitos autores. Esta ênfase por um ensino experimental adiciona-se importantes contribuições da teoria da aprendizagem em busca da contribuição do conhecimento (ALVES E STACHAK, 2005, p.1).

De toda forma, compreendemos que a utilização de experimentos no ensino de Física se dá a partir da evolução das discussões sobre as estratégias metodológicas experimentais. Assim, nos dedicaremos no próximo tópico a analisar um pouco do desenvolvimento histórico dessa temática.

2.1.1 A evolução do debate sobre experimentação no ensino da física no Brasil

O debate sobre experimentação no ensino de física se confunde com a própria história da pesquisa em ensino de ciências e da física propriamente dita. Essa questão sempre gerou muitas polêmicas no meio acadêmico, não sendo sua utilização no ensino algo amplamente concretizado e consensual, no caso dos acadêmicos mais tradicionais. Na década de 1960, em meio aos avanços técnico-científicos os Estados Unidos decidiram investir na formação de futuros cientistas, o que ocasionou mudanças na organização do ensino básico, tendo reflexo aqui no Brasil e em outros lugares do mundo. (CARLOS et al, 2009)

Com isso, esse ensino incorpora o uso da experimentação, numa tentativa de reproduzir no âmbito escolar a prática do cientista profissional. Tais propostas culminaram em abordagens de ensino fortemente voltadas para práticas de laboratório guiadas por uma visão rígida e tradicional do método científico (CARLOS et al, 2009)

A implementação da perspectiva de ensino enfocava a verificação de leis e teorias mediante o uso de aparatos experimentais em condições rigorosamente

controladas, tal qual ocorre em muitos laboratórios de pesquisa tradicionais. E para assegurar o sucesso dessas práticas experimentais, o aluno deveria seguir um conjunto de procedimentos previamente definidos e prescritos em roteiros de aula experimental (CARLOS et al, 2009)

Essa prática tornou-se modelo e foi amplamente disseminada entre os professores e até hoje predomina, em termos de abordagem do uso de experimentos no ensino. Tem sido considerada então como laboratório tradicional. Segundo Borges (2002), as abordagens do laboratório tradicional são variadas e tem suas vantagens como o trabalho em pequenos grupos, o caráter informal das aulas, a possibilidade de realizar medidas, fazer observações, testar leis científicas, ilustrar ideias e conceitos aprendidos em sala de aula, descobrir ou formular uma lei sobre um fenômeno específico, dentre outros.

Por outro lado, o autor menciona algumas críticas ao laboratório tradicional, dentre as quais se destacam a dissociação entre a prática e a teoria; a falta de relevância de tais atividades do ponto de vista do estudante, uma vez que tanto o problema como o procedimento já são previamente determinados; o excesso de tempo gasto na montagem e execução do experimento, restando pouco tempo para a análise e interpretação dos resultados.

Borges (2002, p. 299) alerta ainda que

[...] o estudante logo percebe que sua 'experiência' deve produzir o resultado previsto pela teoria, ou que alguma regularidade deve ser encontrada. Quando ele não obtém a resposta esperada, fica desconcertado com seu erro, mas, se percebe que o 'erro' pode afetar suas notas, ele intencionalmente 'corrige' suas observações e dados para obter a 'resposta correta', e as atividades experimentais passam a ter o caráter de um jogo viciado. Infelizmente este é daquele tipo de jogo que se aprende a jogar muito rapidamente.

Questões como essas associadas às pesquisas da área de ensino de ciências abriram caminho para a emergência de uma visão mais atual e menos rígida do fazer e do ensinar ciências, culminando na proposta de novas abordagens para o ensino com o uso de experimentos.

Tais propostas lançam um olhar mais crítico e flexível sobre o papel da atividade experimental no ensino e adotam uma perspectiva que tende, cada vez mais, para o construtivismo, na medida em que, segundo essa vertente, a visão de ciência deixa de ser meramente algo que se produz sob o rigor do método científico de forma rígida e algorítmica e passa a ser considerada como uma construção baseada num método científico não-linear, sendo um saber produzido por seres humanos que pensam, sentem e fazem.

Essa proposta de ensino de física encontra suas raízes em diversos pensadores, como Piaget (1982), dentre outros, evidencia a pertinência do conhecimento empírico trazido pelos alunos de seus cotidianos, aspecto que associa o conhecimento à realidade contextual dos alunos e dá pertinência à aprendizagem, tornando-a significativa.

Propor um ensino construtivista, como indica Piaget (1982), supõe sempre pensar a aprendizagem como uma resolução de situações problemáticas de interesse dos próprios educandos. O professor assume a postura de mediador do processo de aprendizagem, atua como parceiro para o alcance de resposta aos questionamentos levantados em sala de aula e na realidade dos alunos (posto que ambos estão correlacionados).

Consideramos então que, o deslocamento do foco de atenção para o aluno, a preocupação com a aprendizagem significativa, dentre outras inovações, sugere um amadurecimento das pesquisas sobre o uso de experimentos no ensino, decorrente da incorporação das novas tendências no ensino de ciências.

Se por um lado, a diversificação das abordagens possíveis no uso de experimentos no ensino nos parece positiva e demonstra sinais de maturidade das pesquisas nessa temática; por outro, a prática da maioria dos professores ainda continuam numa perspectiva tradicional, pois como reconhece Borges (2002), a maioria dos professores das escolas de nível básico e até do superior que atuam no laboratório não têm contato com as ideias mais recentes sobre experimentação e ainda permanecem reproduzindo as abordagens que lhes são familiares, na qual foram formados.

Permanece então o desafio de tornar as novas propostas amplamente conhecidas e aplicadas, tanto no ensino básico, quanto no ensino superior. Pois, dessa dinâmica depende a evolução das discussões sobre o papel da experimentação no ensino e a melhoria da qualidade da formação científica dos nossos alunos.

Entendemos que, a diversificação de métodos e abordagens de ensino experimental discutida acima exige da comunidade científica um esforço no sentido de sistematizar e, com isso, colaborar para uma compreensão mais profunda das transformações ocorridas nas estratégias de experimentação, procurando desvelar todas as suas nuances e encorajar sua aplicação nos mais diversos contextos escolares. Portanto, devemos ter claro quais os tipos de abordagem sobre experimentações existentes e as potencialidades de cada uma.

2.2 ABORDAGEM E CONCEPÇÕES DO USO DE EXPERIMENTAÇÃO EM AULAS DE FÍSICA

As atividades experimentais podem ser utilizadas através de diferentes abordagens. Muitas vezes utilizam-se experimentos em sala de aula com caráter demonstrativo, onde o aluno é apenas um expectador, um observador do conteúdo abordado pelo professor com a utilização de um experimento (ASTOLFI e DEVELAY, 1995).

Mas, também se pode realizar experimentação com um caráter de verificação, em que o aluno tem contato com o experimento, mas segue um caminho pré-estabelecido para comprovar fatos e fórmulas abordados nas aulas teóricas. Há ainda o uso em caráter investigativo, em que o aluno tem o papel de investigar o passo a passo experimental junto com o professor, a fim de fazer suas próprias descobertas.

De acordo com Araújo e Abib (2003),

A utilização adequada de diferentes metodologias experimentais tenha elas a natureza de demonstração, verificação ou investigação, pode possibilitar a formação de um ambiente propício ao aprendizado de diversos conceitos científicos sem que sejam desvalorizados ou desprezados os conceitos prévios dos estudantes. Assim, mesmo as atividades de caráter demonstrativo, (...) que visam principalmente à ilustração de diversos aspectos dos fenômenos estudados, podem contribuir para o aprendizado dos conceitos físicos abordados, na medida em que essa modalidade pode ser empregada através de procedimentos que vão desde uma mera observação de fenômenos até a criação de situações que permitam uma

participação mais ativa dos estudantes, incluindo a exploração dos seus conceitos alternativos de modo a haver maiores possibilidades de que venham a refletir e reestruturar esses conceitos. (ARAÚJO E ABIB, 2003, p.190)

Dentre as diversas proposições de ensino dessa natureza, nos concentramos no ensino por investigação conforme definido por Carvalho (1999). Ressaltamos assim a relevância para o ensino problematizador as atividades de laboratório aberto, ou seja, laboratório onde professor e aluno trabalham em conjunto tendo um papel de igual importância no processo de ensino aprendizagem, que possibilitem ao aluno um manejo com os materiais de laboratório e a execução do experimento, contando sempre com o acompanhamento atento do professor como mediador do processo de construção do conhecimento do aluno.

Essa proposta possibilita trabalhar-se com diversos aspectos da cultura científica com os alunos; além de desenvolver a habilidade de argumentação dos estudantes (CAPECCHI, 2004).

Assim é papel do professor identificar os conhecimentos prévios dos alunos para que possam abordá-los com questões que os façam pensar sobre problemas enfrentados naquela situação. A partir daí eles levantam suas hipóteses, fazendo a elaboração de um plano de trabalho, montando um arranjo experimental e coletando dados, partindo para análise dos mesmos e conclusões (NASCIMENTO, 2004).

Outro fator que não podemos deixar de destacar é o papel fundamental do professor de Física em restabelecer as incertezas da Ciência produzida pelo homem. Para isso é necessário que nas aulas os alunos possam experimentar, argumentar sobre conceitos científicos. A importância da mediação do professor nestas aulas, segundo Sutton (1998), tem salientado a pertinência da discussão e da escrita junto com o trabalho prático nas aulas de Física. “Experiência é uma parte de ciência, mas também é escrever e falar” (SUTTON,1998). Essa discussão tem que partir do professor para que ele possa mediar sua aula diante das perspectivas e conhecimentos prévios dos alunos.

Assim entendemos que as aulas devem ser trabalhadas como instrumentos metodológicos para construir conhecimento, de forma a contribuir para a

compreensão dos conteúdos considerados abstratos e técnicos, e muitas vezes chatos e difíceis. Estas aulas têm que partir da relação professor-aluno e experimento, em que ambos devem estar em constante interação, realizando aulas experimentais que permitem a abordagem do conteúdo a partir do experimento em questão, uma proposta dialogada, onde o professor e os colegas formam um conjunto de mediadores dos conhecimentos sobre a Física que possibilita progressos no desenvolvimento do aluno.

Nessa perspectiva, não cabe analisar somente a relação professor-aluno, mas também a relação aluno-aluno, pois só assim, poderemos concordar com a concepção de que a experimentação deve ser uma forma de aproximar o conhecimento escolar com a realidade dos alunos, tornando a aprendizagem significativa e prazerosa. Daí a importância de nossa investigação.

2.3 O JOGO COM FERRAMENTA DE ENSINO

Neste tópico, iremos nos dedicar a estabelecer uma conceituação embasada na opinião de alguns autores a respeito da utilização de jogos no ensino, suas características e justificativas que revelam a importância da utilização desse quesito no contexto escolar. Essas características são de fundamental importância pois, permitem identificar os limites e as possibilidades que o jogo, como recurso pedagógico pode oferecer. Iremos nos concentrar, nesse tópico, em mostrar a validade desse recurso como ferramenta metodológica, uma vez que, a física, muitas vezes tida como uma disciplina de difícil compreensão, pode ter seus conceitos explanados de uma forma mais lúdica.

Algumas ocasiões definem a preparação do indivíduo para a sociedade e a vida em comunidade. A família, os meios de comunicação, a escola, além de variados grupos sociais, são essenciais no processo de construção da vida humana. Quando nos concentramos na escola, podemos perceber que ela tem um papel importante para alavancar o processo de humanização e para isso, deve contar com pessoas capacitadas e dispostas a encontrar maneiras para que esse processo tenha êxito. Nessa pesquisa, além de nos concentrarmos na experimentação como alternativa de aprendizagem, também apoiamos a ideia da utilização do jogo como ferramenta

pedagógica e forma de organização de aprendizagens e para o crescimento geral do indivíduo.

Para estabelecermos uma relação entre o jogo e o ensino, precisamos primeiro entender e descrever a natureza do jogo a fim de que se possa entender seu uso quanto recurso metodológico na sala de aula e como suporte para o processo. Visto que, ao realizar uma breve análise histórica do jogo, tomando como referência, os estudos de Brougère (1998), Costa (1991), Lima (2008) entre outros percebemos que sempre existiram, nos diferentes períodos históricos, posições favoráveis e contrárias ao jogo como recurso pedagógico.

Assim, partindo da premissa de que é possível a conciliação entre o jogar e o aprender, no contexto educacional, desde que sejam respeitadas as características do jogo como atividade espontânea, não produtiva e incerta, adota-se para essa pesquisa a posição de Brougère (1998), quando o mesmo ressalta que não é possível uma adesão total dos diferentes sujeitos do contexto educacional à incorporação do jogo como recurso pedagógico, pois a decisão de incorporá-lo como tal está permeada não apenas por opções de natureza pedagógica, mas também política.

Para Donmoyer (apud COSTA,1991, p. 26) a incorporação do jogo como estratégia educacional exige decisão e escolha, num contexto de conflito de valores e perspectivas, uma vez que a participação nesse tipo de atividade ocorre em razão da satisfação intrínseca geral e não por causa de objetivos extrínsecos; envolve um engajamento ativo, espontâneo e voluntário dos participantes. Assim podemos entender que, a implementação do jogo como ferramenta educacional depende da aceitação dos alunos e não de objetivos pré-estabelecidos.

Desse modo, podemos destacar que as opções pedagógicas e políticas são decisivas para a sensibilização e a incorporação do jogo como recurso pedagógico, pois se referem a um conjunto de conhecimentos que possibilita ao professor decifrar o seu papel social, as repercussões da sua atuação na aprendizagem e no desenvolvimento dos alunos. Ou seja, não existe o jogo por si mesmo, pois ele é uma interpretação humana e provisória de determinadas situações e atitudes como tal.

Quanto mais o educador conhecer sobre esse tipo de atividade, mais ele pode compreender o que acontece no interior do jogo, permitindo-lhe certa interferência e influência. A compreensão do jogo na sua essência, a elucidação da sua importância no contexto educacional e as possibilidades de interferência são polos que se interpenetram e se complementam, oferecendo subsídios para a incorporação do jogo como recurso pedagógico (LIMA, 2008 p.20).

Tendo em vista a importância e as diversas possibilidades do jogo como ferramenta pedagógica, várias são as menções sobre a contribuição da melhoria do ensino a partir de novas abordagens. O jogo como ferramenta de ensino pode ser considerado multidisciplinar, de grande alcance e amplitude, que pode funcionar como subsídio em qualquer disciplina que se queira.

Segundo os PCN+ Ensino Médio (2002):

Os jogos e brincadeiras são elementos muito valiosos no processo de apropriação do conhecimento. Permitem o desenvolvimento de competências no âmbito da comunicação, das relações interpessoais, da liderança e do trabalho em equipe, utilizando a relação entre cooperação e competição em um contexto formativo. O jogo oferece o estímulo e o ambiente propícios que favorecem o desenvolvimento espontâneo e criativo dos alunos e permite ao professor ampliar seu conhecimento de técnicas ativas de ensino, desenvolver capacidades pessoais e profissionais para estimular nos alunos a capacidade de comunicação e expressão, mostrando-lhes uma nova maneira, lúdica e prazerosa e participativa, de relacionar-se com o conteúdo escolar, levando a uma maior apropriação dos conhecimentos envolvidos. (BRASIL, 2002, p. 56)

Segundo Vieira, em sua dissertação de mestrado (VIEIRA, 2015, p. 30), o lúdico pode trazer à aula um momento de descontração, seja qual for a etapa de ensino, acrescentando leveza à rotina escolar e fazendo com que o aluno registre melhor os ensinamentos que lhe chegam, de forma mais significativa.

A partir do início do século XIX, estudiosos assumiram o jogo como objeto de investigação científica e elaboraram pesquisas que procuraram compreender e explicar a importância desse tipo de atividade, na vida dos homens e dos animais. Segundo o Documento (BRASIL, 1998b), várias dessas teorias, somadas àquelas elaboradas antes desse marco histórico, continuam influenciando as tendências e concepções atuais do jogo.

2.4 OS TRÊS MOMENTOS PEDAGÓGICOS (3MP)

Há algumas décadas, o ensino da Física conta com pesquisas e propostas que buscam modificar suas práticas e estratégias de ensino em sala de aula. Segundo a Proposta Curricular Nacional (PCN/MEC, 2000), os objetivos do Ensino Médio (EM) devem combinar conhecimentos práticos, contextualizados e o desenvolvimento de conhecimentos mais amplos que correspondam às necessidades da vida contemporânea e à formação de uma cultura geral e de uma visão de mundo.

Com isso, pretende-se nesse momento do estudo contribuir para uma melhor compreensão da prática pedagógica de educadores que nele venham a se referenciar, tanto quanto para um resgate de aspectos que fundamentaram, no aspecto teórico e prático, a gênese e a proposição dos Três Momentos Pedagógicos (3MP). Cada um dos momentos pedagógicos está baseado na metodologia desenvolvida por Demétrio Delizoicov e José André Peres Angotti, que utilizou-se também as ideias de Paulo Freire sobre investigação temática. Essa dinâmica abordada inicialmente pelos autores visa promover a transposição da concepção de educação de Paulo Freire para o espaço da educação formal. Esses momentos estão caracterizados a seguir.

Primeiro momento pedagógico: problematização Inicial.

Nesse primeiro momento, são apresentadas questões ou situações para serem discutidas com os alunos. É o momento de questionamento do professor dentro do universo temático sugerido. Para os autores, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão, e fazer com que ele sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém. Dessa forma, a problematização poderá ocorrer pelo menos em dois sentidos.

Por um lado, o aluno já poderá ter noções sobre as questões colocadas, fruto da aprendizagem anterior na escola ou fora dela. Por outro lado, a problematização pode permitir que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1991, p. 29).

Os autores ainda enfatizam que, mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente. Isso pode se dever ao fato de que esses discentes não dispõem de conhecimentos científicos suficientes. Entendemos assim, que para isso, podem ser motivadas discussões entre professor e aluno com o objetivo de estimular o interesse dos estudantes, para que eles sintam necessidade de adquirir novos conhecimentos sobre o conteúdo trabalhado.

Segundo momento pedagógico: organização do conhecimento.

Para os autores, esse segundo momento pedagógico destina-se a sistematização dos questionamentos discutidos anteriormente na problematização. Nesse momento, as definições, os conceitos, as relações e as leis serão agora aprofundadas. Nessa etapa os estudantes devem sistematizar, juntamente com o professor, as questões e conhecimentos relacionados ao tema e à questão ou situação inicial apresentados na primeira etapa.

Os conhecimentos de Física necessários para a compreensão do tema central e da problematização inicial serão sistematicamente estudados neste momento, sob orientação do professor. Definições, conceitos, relações, leis apresentadas (...) serão agora aprofundadas (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1991, p.32.).

Do ponto de vista metodológico, para desenvolvimento desse momento de organização do conhecimento, os autores indicam as mais variadas atividades: exposição, formulação de questões, texto para discussões, trabalho extraclasse, revisão, destaque dos aspectos fundamentais e experiências. Portanto, nesse momento do trabalho, o estudo deve ser orientado pelo professor, que apresenta os materiais e faz com que eles possam, gradativamente, construir os conceitos relacionados ao aprendizado do conteúdo trabalhado. O segundo momento é aquele em que os conhecimentos científicos passam a ser incorporados nas discussões. Os alunos começam a desenvolver uma compreensão a respeito da problematização ou situação inicial.

Terceiro momento pedagógico: a aplicação do conhecimento

Ao apresentar esse momento pedagógico, os autores afirmam que ele se destina, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram o seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial. Essas outras situações devem ser explicadas pelo mesmo conhecimento.

Com isso, pretende-se que, “dinâmica e evolutivamente”, o aluno perceba que o conhecimento, além de ser uma construção historicamente determinada, está acessível para qualquer cidadão e, por isso, deve ser apreendido, para que possa fazer uso dele. Desta forma, “pode-se evitar a excessiva dicotomização entre processo e produto, física de ‘quadro-negro’ e física da ‘vida’” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1990a, p. 31).

A retomada dos questionamentos realizados na problematização inicial também compõe a aplicação desse momento pedagógico. Metodologicamente, o procedimento é o mesmo do segundo momento. Portanto, também são fornecidas sugestões de atividades para o desenvolvimento desse terceiro momento. Diante dessa análise, percebe-se que a participação do estudante e o seu cotidiano assumem um papel de destaque na prática educativa que utiliza os 3MP, proporcionando, à educação, um avanço no que se refere ao ensino tradicional.

3 PRODUTO EDUCACIONAL

Este tópico objetiva descrever e justificar o uso de uma proposta de ensino desenvolvida para esta dissertação. Essa proposta envolve a aplicação de uma unidade didática com o intuito identificar e discutir questionamentos que estimulem as concepções alternativas dos discentes. As atividades práticas desenvolvidas ao longo da unidade didática conduzem os estudantes a interagirem com essas concepções alternativas e, com isso, os tornam capazes de formular ideias e produzir respostas para as questões que irão surgindo ao longo da aplicação.

Atreladas à aplicação da unidade didática, foram desenvolvidas apresentações de slides (PowerPoint) para auxiliar a visualização e o entendimento de determinadas situações práticas e aparelhos envolvidos. Dessa forma, a construção do conhecimento a partir da utilização do produto educacional deve proporcionar aos alunos uma aprendizagem significativa. O painel elétrico cujos resultados são objetos de análise deste trabalho, foi concebido, inicialmente, pelo professor e pesquisador com intuito de ser uma atividade para se realizar com duas turmas de 3ª série do ensino médio, ao longo do conteúdo sobre associação série e paralelo no ano letivo de 2018. As turmas escolhidas para a aplicação do produto educacional foram as 3ª séries A e B da Escola Estadual em Tempo Integral José Augusto – EETI – José Augusto.

O conceito de eletricidade se torna imprescindível para os alunos, uma vez que está associado ao seu cotidiano, pois todos os aparelhos eletroeletrônicos que se queiram utilizar necessitam de energia elétrica. Assim sendo, é extremamente importante fazer uso dos conceitos da física, relacionados a eletrodinâmica, de maneira que se possa aproximar o conhecimento teórico ao cotidiano do aluno.

As atividades aqui apresentadas são conduzidas pelo docente e baseadas nos três momentos pedagógicos segundo Delizoicov & Angotti (1991): Problematização inicial, Organização do conhecimento e Aplicação do conhecimento com o intuito de provocar discussões, motivar, apresentar situações do cotidiano, funcionamento de aparelhos, relacionar a teoria com a prática (reduzindo o nível de abstrações presentes e o distanciamento do assunto abordado com o dia a dia dos alunos) e fazer

com que, de acordo com cada etapa, haja reflexão, questionamentos e interação em cada nova situação que for surgindo. Para isso, propomos a utilização de um painel elétrico, como forma de aproximar os conceitos da eletrodinâmica a realidade do aluno e auxiliar na construção do conhecimento.

Dentre as diversas proposições de ensino dessa natureza, nos concentramos no ensino por demonstração. Ressaltamos assim a relevância para o ensino problematizador as atividades de laboratório aberto, ou seja, laboratório onde professor e aluno trabalham em conjunto tendo um papel de igual importância no processo de ensino aprendizagem, que possibilitem ao aluno um manejo com os materiais de laboratório e a execução do experimento, contando sempre com o acompanhamento atento do professor como mediador do processo de construção do conhecimento do aluno.

3.1 A UNIDADE DIDÁTICA

É imprescindível a utilização de uma unidade didática para que se possa organizar o conhecimento que se deseja ser construído. O uso da unidade didática torna-se importante para organizar as sequências didáticas que se almejam utilizar fazendo com que essa organização seja mais eficiente e promova a aprendizagem.

Desse modo podemos avaliar que a unidade didática promove uma ponte de ligação entre os conteúdos de aprendizagem, aqueles que se desejam alcançar, com as sequências de atividades, que nortearão o caminho para que o objetivo seja alcançado. Segundo Sanmarti (2000), desenhar uma unidade didática para levá-la à prática, significa decidir o que e como se vai ensinar. Portanto, a atividade mais importante que faz o professor, já que por meio dela se concretizam suas ideias e suas intenções educativas.

Nossa unidade didática trata-se de uma sequência de atividades a serem desenvolvidas pelo professor. Deste modo a organizamos da seguinte forma: Tema, número de aulas, apresentação, objetivo geral (trabalhar os conceitos presentes nos circuitos simples, por meio da utilização do painel elétrico nas aulas), conteúdos de aprendizagem (onde se divide em conceituais, procedimentais e atitudinais), sequências de atividades e sequências didáticas.

Para cada aula, na sequência de atividades, definimos os objetivos a serem alcançados e à medida que os conteúdos a serem ensinados e as atividades a serem realizadas são determinadas, por si só os objetivos específicos da unidade didática vão se tornando mais claros e mais precisos.

3.1.1 O aparato Experimental

Nosso aparato experimental trata-se de um painel elétrico, composto por materiais de baixo custo. Utilizamos esses materiais com o intuito de aproximarmos mais o conteúdo do cotidiano do aluno. Assim, nos dois próximos tópicos, apresentaremos cada material utilizado no painel e como se deu sua construção.

Este aparato experimental foi construído com o objetivo de apresentar e estudar os circuitos com associações série e paralelo. Além disso, será analisado o funcionamento dos principais componentes que compõe tais circuitos elétricos, para que o aluno possa visualizar na prática algumas relações e fenômenos que estão intrínsecos a este aparato. A proposta de aplicação do painel elétrico é fazer a montagem de diversos tipos de associação de dispositivos e de circuitos elétricos, além da realização de medidas de tensão elétrica, corrente elétrica e resistência elétrica. O painel elétrico utilizado está apresentado na figura 1.

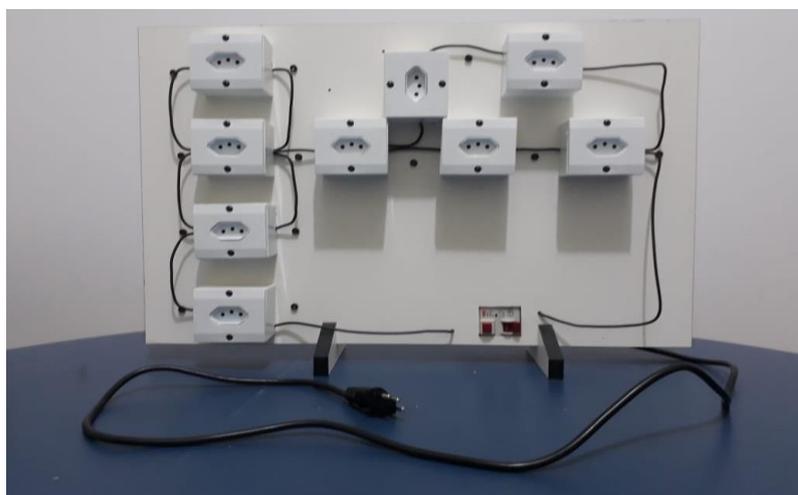


Figura 1: Vista de frente – painel elétrico.
Fonte: Arquivo pessoal.

O funcionamento desse Painel Elétrico é baseado no funcionamento de circuito elétricos resistivos. A utilização desse experimento consiste em liga-lo em uma fonte de tensão de 220V e configurar um tipo de circuito que se deseja estudar. A partir daí,

o professor pode demonstrar para os alunos todas as características sobre aquele tipo de circuito e com o auxílio de um multímetro realizar as medições necessárias.

3.1.2 Material utilizado

Para a construção do painel elétrico foram necessários alguns materiais, nos quais fazemos referências na tabela 1.

1. Base de madeira MDF 40cm x 60 cm;
2. Nove tomadas de sobrepor;
3. Três a quatro metros de fio de cobre de 1,5 mm²;
4. Um disjuntor DR de 25 A;
5. Doze bornes para pino banana de 2mm;
6. Quatro plugues macho 10A e 25V;
7. Três lâmpadas incandescentes 250V, sendo duas de mesma potência;
8. Três bocais de 4Ae 250 V.
9. Um metro de cabo para alimentação com plugue macho

1. Base em MDF 40cm x 60cm	2. Tomada de sobrepor
	
3. Cabo flexível 1,5 mm ²	4. Disjuntor DR de 25 A
	
5. Borne para pino banana de 2mm	6. Plugue macho 10A e 250V

	
7. Lâmpada incandescentes 250V	8. receptáculo de 4A e 250 V
	
9. Cabo flexível 2,5mm ² com plugue macho	
	

Tabela 1: Fotos de cada material que será utilizado na montagem do painel elétrico.

3.1.3 Construção do Painel Elétrico

O primeiro procedimento que devemos fazer é esboçar, diante dos materiais disponíveis, o desenho que queremos para o painel. Para o nosso painel, foi pensado o seguinte desenho:

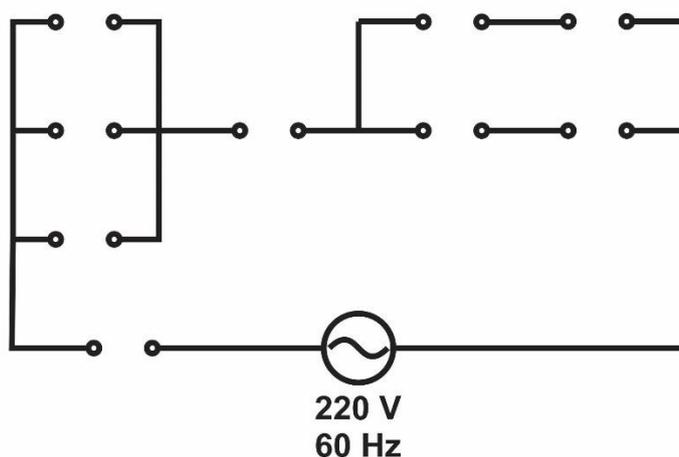


Figura 2: Figura esquemática do esboço do painel elétrico.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

Definido o esboço do painel, partimos para sua construção. Definimos os locais onde as tomadas serão acopladas ao painel. Pensamos, para nosso painel, uma montagem onde a tomada 1 esteja ligada em série com todo o circuito, facilitando assim o processo de medição de corrente. As tomadas 2, 3, e 4 serão associadas em paralelo entre si, as tomadas 5, 6 e 7 serão associadas em série entre si e as tomadas 8 e 9 são acopladas em série com a tomada 5 fazendo um curto nas tomadas 6 e 7.

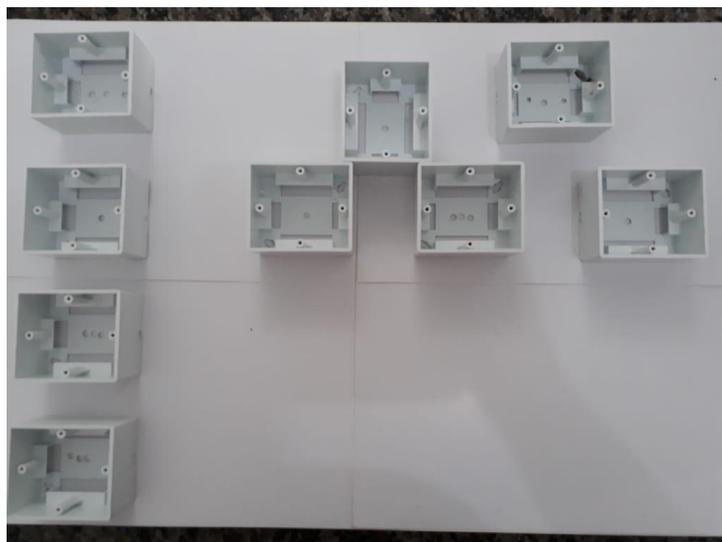


Figura 3: Esboço do painel elétrico.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

Na parte inferior ao lado direito da estrutura de madeira, fazemos um corte de aproximadamente 4,5 cm x 4,0 cm, para que se possa acoplar o disjuntor DR.



Figura 4: Corte na estrutura de madeira para acoplar o disjuntor.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

Em seguida furamos as caixas das tomadas onde passaremos os fios para as associações dos dispositivos. Os furos em cada caixa irão depender da quantidade de fios que passarão por elas. Mostraremos o exemplo de furação na tomada 1, onde foi feito um furo para entrada, um para a saída e mais dois furos, na parte de trás da tomada, onde passará o fio do borne, que tem a finalidade de nos auxiliar na medida de tensão elétrica em cada tomada. É necessário deixar claro que o furo central, na imagem, já vem nas caixas.

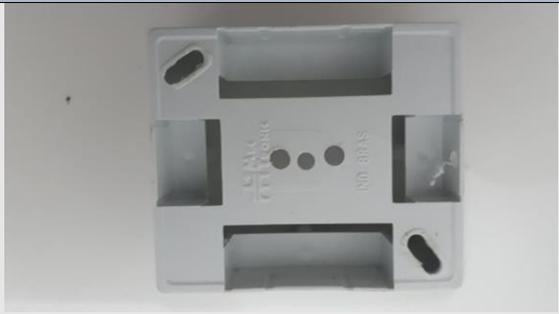
Furo para a passagem do fio de alimentação	Furo para a passagem do fio do borne
	

Tabela 2: Fotos exemplificando a furação das tomadas.

Feito a furação nas caixas, o próximo passo é montagem das caixas na placa de MDF. Colocaremos as caixas nas posições previstas no esboço, caso o professor deseje dar uma outra configuração ao seu painel, esse deve colocar as caixas nas posições que achar melhor. Em seguida deve-se fazer a furação, na placa de MDF, dos locais onde serão acoplados os bornes. Foi pensado uma distribuição de bornes na placa, de maneira que em todas as tomadas seja possível fazer a medição de

tensão elétrica. Em cada borne, foi soldado um pedaço de fio, de aproximadamente 15 cm, necessário para fazer as ligações nas tomadas.



Figura 5: Borne para pino banana com fio soldado.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

O próximo passo é furar a placa de MDF nas posições onde foram furadas as caixas, para a passagem do fio do borne. Depois de concluída essa parte, colocaremos todos os bornes nas suas posições.

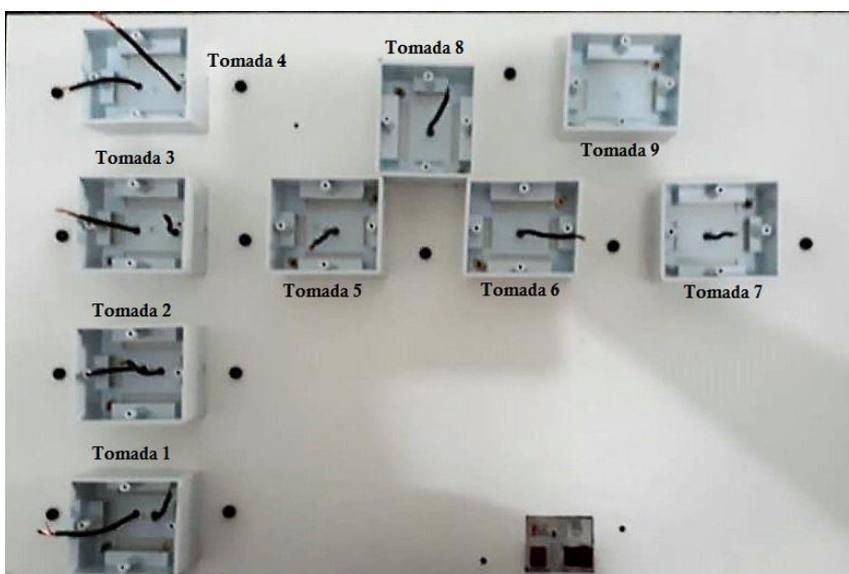


Figura 6: Painel elétrico com bornes e tomadas nas suas posições.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

Feito isso, passamos os fios de alimentação nas tomadas. O fio que sai da terminal fase do DR é conectado ao lado direito da tomada 1, nesse mesmo terminal é conectado também o fio do borne, que já está no circuito. Em seguida, deve-se conectar um pedaço de fio no terminal esquerdo da tomada 1, que vai ser conectado no terminal esquerdo da tomada 2 e assim sucessivamente até a tomada 4. Deve-se conectar um pedaço de fio no terminal direito da tomada 2, junto com o fio do borne e manter essa configuração até a tomada 4.

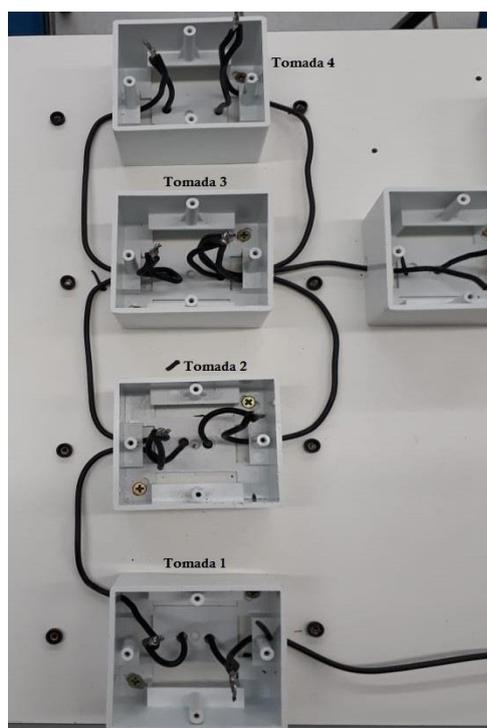


Figura 7: Tomada 1 associada com a sequência paralela (tomadas 2 a 4)
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

O fio de saída da tomada 3 deverá ser conectado no terminal esquerdo da tomada 5, junto com o fio do borne. No terminal direito da tomada 5 conectamos dois fios de saída, junto com o fio do borne, um que vai ser conectado no lado inferior da tomada 8 e outro que vai para o lado esquerdo da tomada 6. No terminal esquerdo da tomada 6, conectamos o fio de saída da tomada 5, junto com o fio do borne. No terminal direito da tomada 6 conectamos dois fios, o fio do borne e o fio de saída. No terminal esquerdo da tomada 7, conectamos o fio de saída da tomada 6 junto com o fio do borne. Finalizando o processo, conectamos o outro fio de saída da tomada 5 no terminal inferior da tomada 8, junto com o fio do borne. No terminal superior da tomada 8, conectamos o fio de saída e, em seguida, conectamos o fio de saída da tomada 8 no terminal esquerdo da tomada 9. Por fim, no terminal direito da tomada 9,

conectamos um fio no terminal direito da tomada 7 e daí o fio de saída da tomada 7, conectamos no terminal neutro de saída do disjuntor DR.

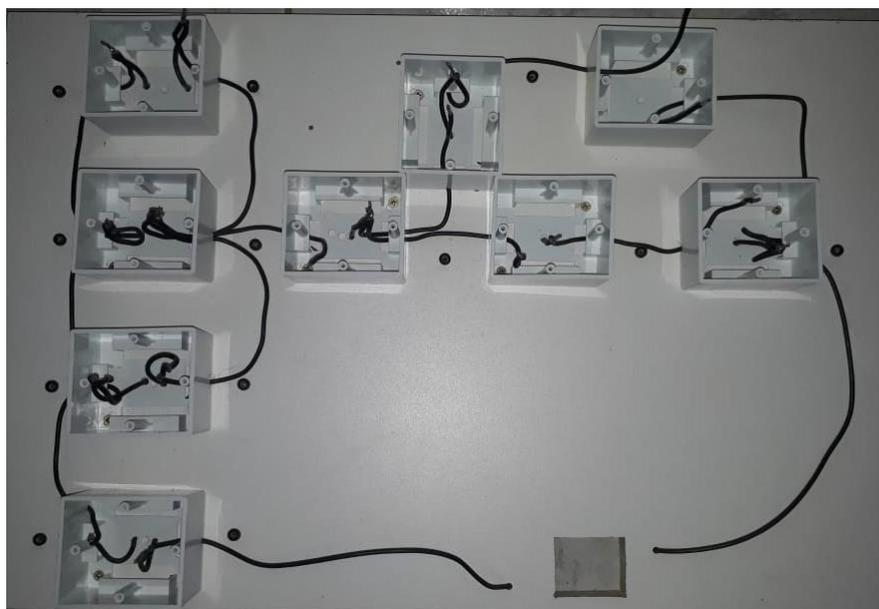


Figura 8: Painel elétrico com toda a fiação passada.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

Em seguida, passamos a montar os plugs que servirão de chave para fechar o circuito. Abrimos os plugs machos e com um pedaço de fio fizemos um curto entre seus terminais.

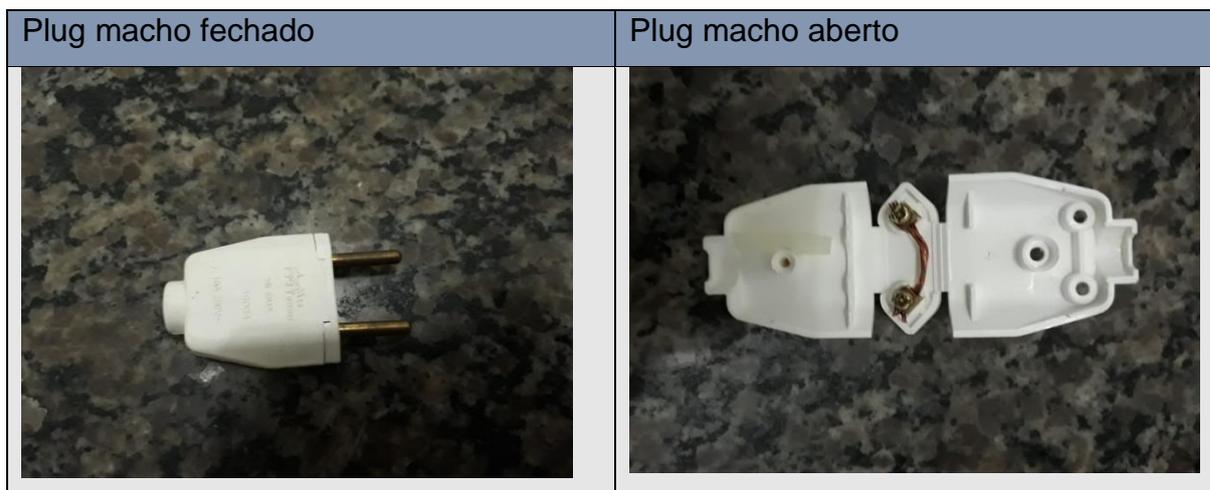


Tabela 3: Fotos mostrando o plug fechado e aberto, com o curto.

Finalizamos o processo de montagem do circuito fechando todas as caixas das tomadas e conectando o cabo de alimentação ao terminal de entrada do disjuntor DR.

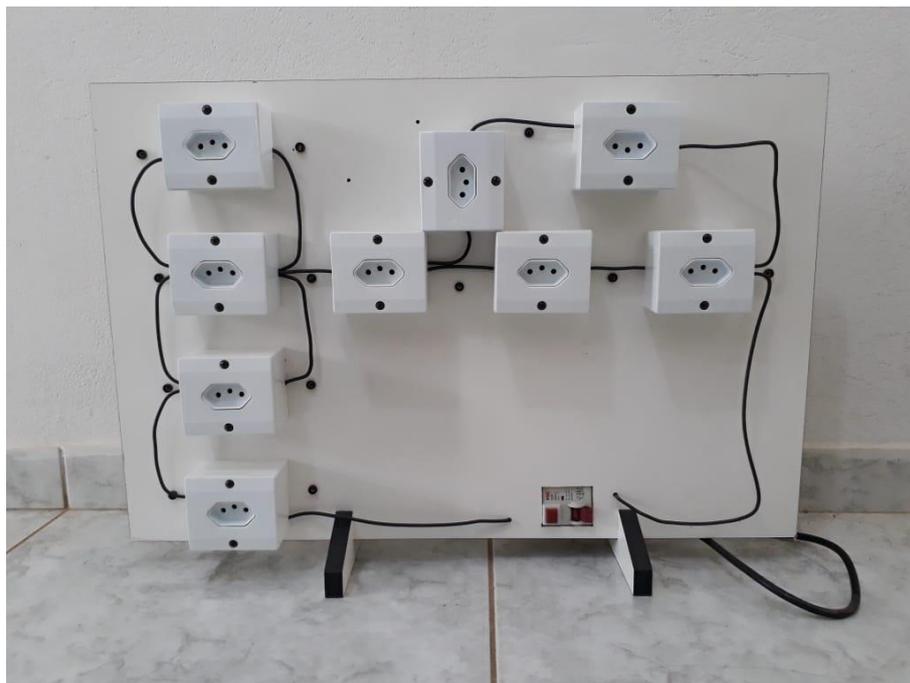


Figura 9: Painel elétrico montado.
Fonte: Arquivo pessoal do autor.



3.1.4 A função do jogo de cartas

O jogo de cartas eletrodinâmico, foi desenvolvido com a finalidade de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem do conteúdo associação em série e em paralelo, mas que pode ser abrangido para qualquer conteúdo ou mesmo qualquer disciplina (basta que se faça novas cartas com novas perguntas pertinentes ao tema que se deseja trabalhar); auxiliar na base de conceitos básicos, que são necessários para o entendimento e estudo mais aprofundado do assunto tratado no jogo; ajudar e facilitar a fixação de conteúdos recentemente trabalhados em sala; e estimular a interação entre os alunos. Seguindo esses parâmetros se deseja atingir os objetivos traçados.

3.1.6 Como jogar

A turma será dividida em grupo de no máximo quatro alunos, com o propósito de que os alunos possam debater entre si os questionamentos, que comporão as equipes que participarão da disputa. A critério de sorteio, cada “time” deverá puxar três cartas, os times se responsabilizarão pela confidencia das cartas. Em seguida, o professor deverá sortear as equipes que se enfrentarão, nesse ponto, aconselhamos que as equipes se enfrentem duas a duas. Depois de estabelecidas as orientações, um dos componentes do grupo deverá realizar a pergunta que contém na carta para a equipe adversária que terá um tempo pré-estabelecido, para que possa discutir com os componentes do seu grupo e responder o questionamento. É importante frisar que, esse tempo deverá ser flexível de acordo com o nível da pergunta realizada. O processo deverá ser repetido até que todas as perguntas sejam realizadas, vencerá essa etapa as equipes que obtiverem o melhor desempenho, ou seja, acertaram o maior número de perguntas. Na fase seguinte o processo deverá ser repetido até que haja uma equipe campeã.

Antes de se iniciar a aplicação do jogo foi exposta a proposta do jogo de cartas aos alunos e lida e explicada às regras do jogo que deveriam ser obedecidas durante a partida. Algumas dúvidas sobre a dinâmica do jogo ainda surgiram, mas foram discutidas individualmente com cada grupo para que pudesse ser iniciado.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O produto educacional de dez aulas, foi aplicado no final do mês de maio até meados do mês de junho de 2018, na Escola Estadual em Tempo Integral José Augusto (EETI – José Augusto). Essa escola oferece ensino médio regular na modalidade integral. O autor dessa dissertação é professor desta escola, desde janeiro do presente ano, lecionando a disciplina de física em todas as turmas do ensino médio, que no caso, são cinco. Uma turma de primeira série, duas turmas de segunda série e duas turmas de terceira série. A aplicação do produto educacional foi feita nas turmas de terceira série, por se tratar do conteúdo que seria abordado naquele período.

As aulas foram esquematizadas como parte do curso de física do ano letivo de 2018 e, assim, ocorreram em horário normal de aula. O conteúdo programático previsto nessas aulas está relacionado a circuitos simples (série e paralelo), abordando temas como, resistência elétrica, tensão elétrica, corrente elétrica e potência elétrica. A sequência de aulas tem como foco principal, aulas exploratórias, teóricas e experimentais culminando em um momento lúdico.

O quadro a seguir mostra o cronograma das datas em que foram realizadas as aulas.

Turma	Turno	Aulas 1 e 2	Aulas 3 e 4	Aulas 5 e 6	Aulas 7 e 8	Aulas 9 e 10
3ª série A	Integral	22/05/2018	29/05/2018	05/06/2018	12/06/2018	19/06/2018
3ª série B	Integral	23/05/2018	30/05/2018	06/06/2018	13/06/2018	20/06/2018

Tabela 4: Distribuição das aulas.

Na primeira aula foi apresentado aos discentes o painel elétrico com a montagem de um tipo de associação série. É interessante frisar que em nenhum momento o professor falou sobre qual circuito se tratava aquela montagem.

Em seguida, com a lâmpada ainda desligada, o professor realizou a medida da resistência da primeira lâmpada (todas as medidas de resistência foram realizadas com as lâmpadas apagadas). Logo após, com a lâmpada acesa, foram realizadas as medidas de tensão e corrente na qual a lâmpada estava submetida. Continuando o procedimento, acrescentamos a segunda lâmpada (de potência diferente da primeira

lâmpada) e realizamos a medida de resistência da lâmpada e da associação. Fizemos as medições de tensão na segunda lâmpada e verificamos o valor da tensão na associação (Lâmpada 1 associada a lâmpada 2). Por fim associamos a terceira lâmpada (de potência igual a da primeira lâmpada) e realizamos a medida de resistência dela e da associação. Repetimos o processo de medida de tensão, primeiro na terceira lâmpada e, em seguida, na associação, agora com as três lâmpadas associadas em série. Essas medições tiveram o intuito de chamar a atenção dos discentes para as características do circuito observado.

Ao final de todo o processo, com o painel ligado e configurado para uma associação em série, retiramos umas das lâmpadas, para que os alunos pudessem observar o que acontecia e, em seguida trocamos as posições delas para que os alunos pudessem observar se houve ou não variação no brilho. Os alunos fizeram as anotações de tudo que foi observado durante os procedimentos.

Depois de todas as observações feitas, os alunos responderam as questões propostas.

Questão 1: Como calcular a resistência equivalente do circuito em série?

Questão 2: Qual lâmpada apresentará o maior brilho?

Questão 3: Por que ao desconectarmos uma das lâmpadas do circuito, as demais se apagam?

Questão 4: A ordem das lâmpadas influenciará em seus brilhos?

Questão 5: Como a corrente elétrica se comporta nesse tipo de circuito?

Quadro 1: Questões propostas para o circuito série.

Na segunda aula, foi sistematizado o que foi discutido no encontro anterior. Nesse encontro os alunos foram levados a interagir com seus conhecimentos prévios. Retomamos e discutimos com os alunos os questionamentos realizados na problematização inicial. Todos os componentes presentes no circuito foram destacados (fonte, chave, fio condutor e resistor), a fim de que, o aluno tivesse um contato mais direto com tais dispositivos. Juntamente com a exposição dos dispositivos, foram também destacados os princípios de funcionamento de cada um

deles. No final, o painel foi desmontado e assim os alunos puderam ter um contato direto com os componentes básicos de um circuito simples.



Figura 11: Desmontando o painel elétrico para a visualização dos componentes constituintes.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

A terceira aula foi dedicada a discutir os conceitos e relações associados ao circuito em série. Foi trazida uma imagem esquemática do circuito montado no painel, e assim, com a utilização desta, iniciamos as discussões sobre o circuito abordado.

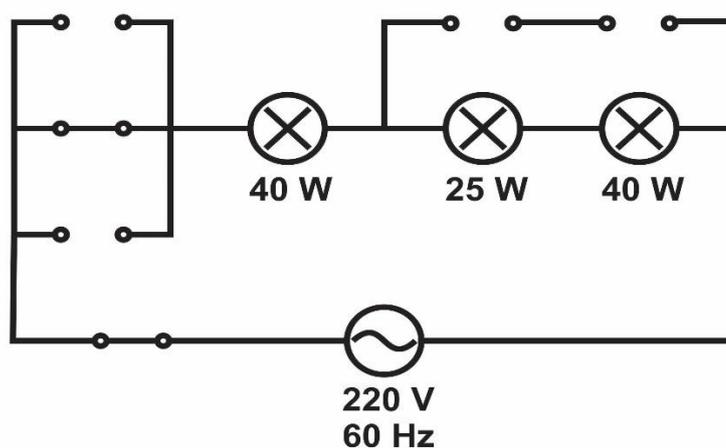


Figura 12: Figura esquemática do painel elétrico para o circuito série.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

Em seguida foram apresentadas as definições, conceitos, relações e leis por meio de slides (PowerPoint) desenvolvidos pelo professor, acerca da associação série, onde os alunos puderam identificar e aplicar o que foi estudado em situações e aparelhos presentes no seu cotidiano.

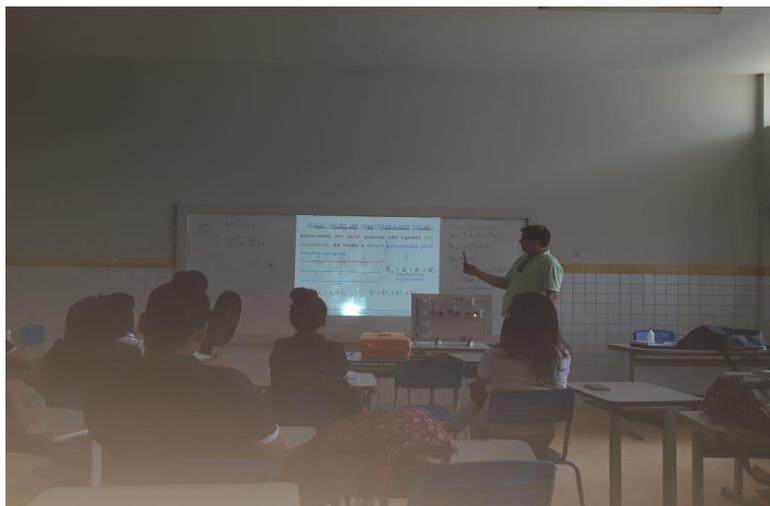


Figura 13: Aula Expositiva Acerca de circuitos simples.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

Discutimos o comportamento da tensão elétrica no circuito estudado. A partir do que foi visto na prática, mostramos aos alunos que o circuito estudado se tratava de um circuito divisor de tensão e, por isso, a medida que se acrescentava mais um dispositivo os valores de tensão medidos eram diferentes. Além disso, demonstramos aos alunos que cada lâmpada recebe uma parcela de tensão dependendo do valor da sua resistência. Sendo assim, a lâmpada que recebe a maior parcela da tensão total fornecida pela fonte se apresentará no circuito com maior brilho e será aquela com maior resistência elétrica.

Feito isso, passamos a discutir os brilhos das lâmpadas. Pedimos para que os alunos retomassem as anotações realizadas na primeira aula e observassem os brilhos das lâmpadas, associando seus brilhos aos valores de resistência medidos. Mostramos então aos discentes que, naquele tipo de circuito estudado, a lâmpada que possuía maior resistência se apresentava, no circuito, com maior brilho.

Fazendo uso da imagem esquemática do circuito, mostramos aos alunos que no circuito estudado a corrente tem um caminho para percorrer, e que por isso, ao desconectarmos uma das lâmpadas do circuito, as outras se apagavam. Em seguida, passamos para definir o comportamento da corrente elétrica no circuito estudado. Lembramos aos alunos que, em encontro anterior, ao fazermos a medida de corrente no circuito, percebemos que mesmo ao acrescentarmos outras lâmpadas os valores de corrente verificados sempre estavam circundando valores próximos, o que nos faria

remeter que a corrente, nesse tipo de circuito, poderia ser considerada constante. É importante enfatizar que, em um circuito com uma determinada associação série, a corrente elétrica é a mesma em todos os pontos do circuito, devido a conservação da carga elétrica e ao fato de existir um único caminho para a corrente circular.

Por fim, depois de feita todas as definições acerca do circuito estudado, falamos para os discentes de qual circuito se tratava o estudo realizado, o circuito com associação em série de resistores. Retomamos com o painel elétrico para fazer uma demonstração sobre curto-circuito e finalizamos esse momento com uma breve discussão acerca dos perigos que podem ocorrer com um curto-circuito.

Na quarta aula foram retomadas as questões propostas na problematização inicial. Pedimos para que os alunos voltassem a responder as questões, agora com o conhecimento adquirido nas aulas anteriores. Em seguida, dividimos a turma em grupos de quatro alunos e disponibilizamos um kit contendo três LEDs, fio condutor, bateria e um multímetro para que pudessem colocar em prática o que foi visto em sala. Os alunos foram instigados a construir um circuito com associação em série e fazer as medições de corrente, tensão e resistência nos dispositivos que receberam.

Os alunos mediram as resistências de cada LED separadamente e desconectado da bateria, em seguida realizaram a associação série e repetiram a medição, agora com os LEDs associados. A tensão elétrica foi medida em cada LED e depois em toda a associação (para poderem comparar com a tensão fornecida pela fonte). A corrente foi medida em vários pontos do circuito (procedimento necessário para averiguar o que foi estudado acerca da corrente na associação série).



Figura14: Alunos trabalhando na construção do circuito série.
Fonte: Arquivo pessoal do autor



Figura 15: Alunos medindo a tensão no circuito construído.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

No quinto encontro, foi apresentado aos alunos o painel elétrico com uma montagem de associação paralela que continha apenas uma lâmpada ligada.

Repetimos o processo realizado no circuito estudado anteriormente, realizamos, com a lâmpada ainda apagada, a medição da resistência elétrica da primeira lâmpada pedimos para que os alunos fizessem as anotações do valor obtido (todas as medições de resistência foram feitas com as lâmpadas conectadas ao circuito, mas desenergizado). Feito isso, a lâmpada foi acesa e realizamos as medidas de tensão e corrente sobre aquele dispositivo. Os discentes foram orientados a fazerem as anotações dos valores encontrados e a observarem o brilho da lâmpada.

Logo em seguida, acrescentamos mais uma lâmpada (lâmpada 2) ao painel elétrico, de potência diferente da primeira, e fizemos as medições de resistência elétrica nesta lâmpada e na associação dela com a lâmpada 1. Realizamos a medida de tensão elétrica na lâmpada 2 isoladamente e associada a primeira e fizemos a medição da corrente que saía da fonte, assim com, a que passava por cada lâmpada.

Acrescentamos a terceira lâmpada ao circuito e repetimos os processos de medição analogamente ao que foi apresentado para a lâmpada 2. Orientamos os alunos a observarem o brilho de cada uma delas.



. **Figura16:** Alunos medindo corrente e tensão no painel elétrico.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

Posteriormente as medições realizadas no painel elétrico, retiramos uma das lâmpadas do circuito e, em seguida, mudamos as posições das lâmpadas e pedimos que os alunos observassem o que acontecia e fizessem as anotações necessárias.

Finalizando esse quinto encontro, os alunos foram incumbidos de responder cinco questões problematizadoras acerca do que foi observado. Vale ressaltar, que essas questões foram idênticas as questões aplicadas anteriormente, no estudo do circuito em série. Esse procedimento (responder as questões análogas), teve o intuito de fazer com que o aluno logo percebesse que existia uma grande diferença entre os dois tipos de circuitos estudado. As questões foram respondidas e entregue para que pudéssemos analisa-las, como podemos ver no quadro 2 a seguir.

Questão 1: *Como calcular a resistência equivalente do circuito em paralelo?*

Questão 2: *Qual lâmpada apresentará o maior brilho?*

Questão 3: *Por que ao desconectarmos uma das lâmpadas do circuito, as demais não se apagam?*

Questão 4: *A ordem das lâmpadas influenciará em seus brilhos?*

Questão 5: *Como a corrente elétrica se comporta nesse tipo de circuito?*

Quadro 2: Questões propostas para o circuito paralelo.



Figura17: Discentes respondendo as questões propostas.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

O sexto encontro foi destinado a organização do conhecimento. Nesse encontro, os alunos foram levados a interagirem com seus conhecimentos prévios

acerca do circuito estudado. Mostramos aos alunos que as partes constituintes desse novo circuito estudado são as mesmas do circuito anterior e que a diferença está na disposição dos componentes. Relevamos a importância da utilização desse circuito e acrescentamos que esse tipo de circuito é mais comum e é utilizado, inclusive, nas ligações de suas próprias casas.

No sétimo encontro, foram trabalhados os conceitos e características associadas ao circuito com associação em paralelo. Foi trazido um desenho esquemático do painel elétrico com a montagem do circuito estudado.

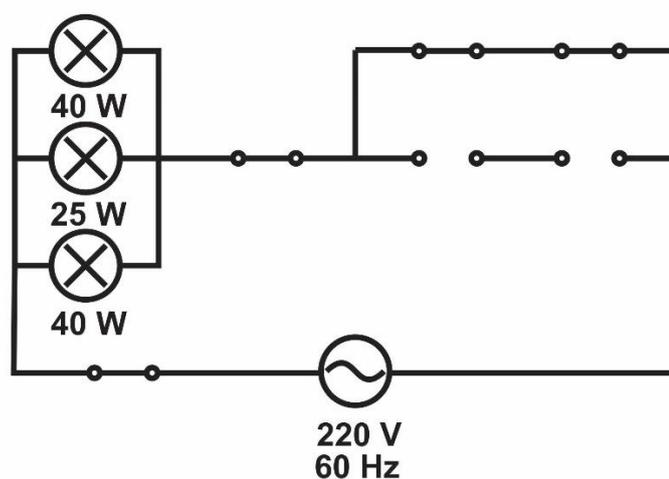


Figura18: Representação esquemática do painel elétrico para o circuito paralelo.
Fonte: Elaborada pelo autor.

Discutimos com os alunos que o circuito estudado (paralelo) se caracteriza pela disposição dos resistores. Na associação em paralelo, todos os equipamentos que compõem o circuito estão interligados diretamente aos terminais da fonte de tensão que alimenta o circuito e que, por esse motivo, os polos positivos dos equipamentos que compõem o circuito são interligados diretamente a um dos terminais e os polos negativos ao outro terminal da fonte de tensão que alimenta o circuito.

Mostramos que, no circuito com associação em paralelo, as lâmpadas apresentam uma maior luminosidade se comparada ao circuito com associação em série, pois, neste último circuito, a tensão fornecida pela fonte se divide por todos os dispositivos. Já no circuito com associação em paralelo, cada dispositivo apresenta a mesma tensão da fonte. Além disso, mostramos também que esse tipo de circuito se

caracteriza por ser um circuito divisor de corrente, onde cada parcela da corrente total tem um caminho independente, garantindo que o funcionamento das lâmpadas também seja independente.

Em seguida, fizemos as demonstrações acerca do circuito com associação em paralelo. Partindo das medições realizadas no painel elétrico, onde verificamos que a tensão é a mesma em todos os dispositivos, aplicamos a relação $U = R.i$, e definimos a corrente que atravessa o circuito, sendo esta dividida pelos dispositivos de acordo com seu valor de resistência. Da mesma forma, realizamos a demonstração e chegamos a equação para a resistência equivalente no circuito paralelo. Por fim, mostramos aos discentes que, para um circuito em que seja constituído de apenas dois resistores, o cálculo da resistência equivalente poderá ser feito através da razão do produto pela soma dos valores das resistências dos resistores.

Reforçamos as características desse tipo de circuito, destacando que se tratava de um circuito divisor de corrente. Além disso, enfatizamos que a resistência equivalente sempre era menor que a menor resistência do resistor presente na associação e que a lâmpada que apresentava maior brilho sempre era a de menor resistência (maior potência).

No oitavo encontro foram formuladas as respostas para as questões propostas. Os alunos foram instigados a responderem novamente as questões, agora com o conhecimento adquirido nas aulas. Em seguida, a turma foi dividida em grupos de quatro alunos, o professor disponibilizou um kit contendo três leds, fio, e uma bateria, para que os alunos pudessem construir um circuito com associação em paralelo. Também foi disponibilizado um multímetro para que pudessem fazer as medições das grandezas estudadas.

Os alunos construíram uma associação em paralelo com o material disponível e, repetiram os processos de medição da resistência, tensão e corrente elétrica. Sempre com a mediação do professor garantindo assim que as medições fossem realizadas de forma correta.

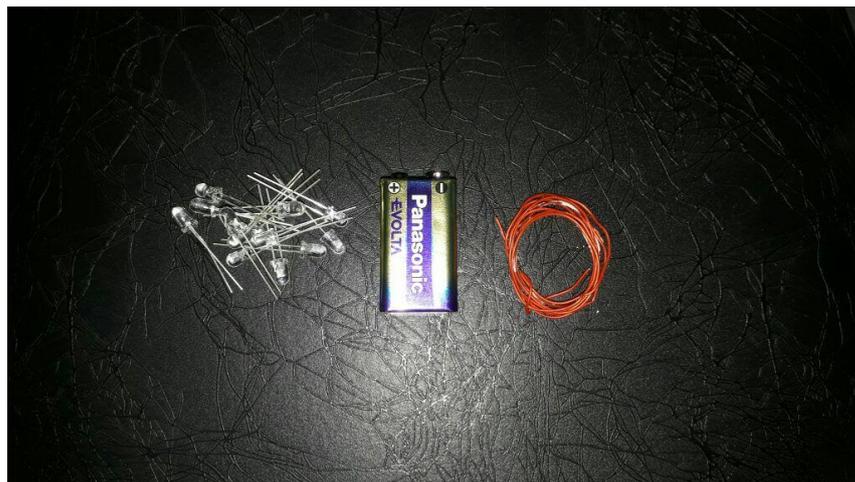


Figura19: Kit experimental para produção do circuito paralelo.
Fonte: Arquivo pessoal do autor



Figura 20: Alunos medindo a tensão no circuito construído.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

A nona aula foi destinada a um momento lúdico, onde os alunos puderam colocar os seus conhecimentos em prática. Dividimos a turma em grupos de quatro alunos, totalizando quatro equipes, onde propomos um jogo de cartas, de perguntas e respostas. A critério de sorteio, as equipes se enfrentaram duas a duas. Cada equipe teve direito a puxar três cartas, onde continham perguntas referentes ao assunto estudado. As perguntas que constavam nas cartas de uma equipe eram feitas para a outra equipe e assim, em uma disputa de semifinal e final, o jogo se desenvolveu, vencendo a equipe que obteve o maior número de acertos.



Figura 21: Alunos na disputa do jogo de cartas.

Fonte: Arquivo pessoal do autor

O décimo encontro foi destinado a avaliação. Foram formuladas algumas questões acerca do conteúdo abordado. Depois de impressas, as questões foram distribuídas em uma cópia para cada aluno e foi determinado um tempo de quarenta minutos para sua resolução. Em seguida, distribuímos uma cópia de uma pesquisa de satisfação, elaborada pelo autor, com o intuito de avaliar a aplicação do produto educacional.

5 ANÁLISES E RESULTADOS

As atividades experimentais realizadas durante as aulas tiveram um efeito significativo, pois permitiram o alcance dos objetivos de aprendizagem. Priorizando a participação dos alunos nos processos de aprendizagem, nas soluções de problemas, conseguimos fazer com que se tornassem sujeitos mais ativos. Os alunos tiveram a oportunidade de discutir situações, sugerir soluções, colocando seu ponto de vista em evidência, discutindo com colegas e professor e colocaram em prática o conhecimento adquirido. Essas atividades permitem um ambiente estimulante, onde o aluno pode desenvolver sua argumentação, mas para isso é necessário que o professor esteja aberto ao diálogo, levando ao aluno argumentar e discutir tais ideias.

Em relação à aplicação do produto educacional, os resultados esperados foram bastantes satisfatórios. No que se refere as aulas, os discentes que estiveram presentes mostraram um certo conhecimento prévio sobre o assunto abordado, pois alguns destes conseguiram relacionar o conteúdo com o seu cotidiano. No entanto, alguns erros conceituais estiveram presentes em suas respostas. Um exemplo desses erros conceituais foi observado já na primeira aula, na atividade experimental expositiva sobre circuito elétrico com associação em série. Observando as respostas dos alunos, verificamos alguns desses erros.

Questão 1: Como calcular a resistência equivalente do circuito com associação em série?

- **Aluno 1:** *“Devemos somar o valor de cada resistência de cada lâmpada e dividir pelo número de lâmpadas”.*
- **Aluno 2:** *“A resistência de todo circuito será a resistência da maior lâmpada”.*

Questão 2: Qual lâmpada apresentará o maior brilho?

- **Aluno:** *“A lâmpada que possui maior potência terá maior brilho”.*

Questão 3: Por que ao desconectarmos uma das lâmpadas do circuito, as demais se apagam?

- **Aluno 1:** *“Porque é como se queimasse uma lâmpada e assim o circuito fica incompleto”.*
- **Aluno 2:** *“Quando retiramos uma lâmpada do circuito a corrente fica presa de maneira que ela não consegue passar.”*

Questão 4: A ordem das lâmpadas influenciará em seus brilhos?

- **Aluno:** *“Sim, pois na lâmpada em que a corrente chega primeiro ela brilha mais”.*

Questão 5: Como a corrente elétrica se comporta nesse tipo de circuito?

- **Aluno 1:** *“Se comporta de maneira aleatória”.*
- **Aluno 2:** *“Se comporta tendo que percorrer todos os componentes do circuito”.*



Figura 22: Discentes respondendo as questões propostas.
Fonte: Arquivo pessoal do autor

As aulas seguiram e, já na aula quatro, com a explicação sobre o tipo de circuito estudado e as análises feitas (aula 3), esses erros não eram mais percebidos. Isso se deve ao fato dos alunos já terem visto toda a teoria envolvida, quando foi dada a aula expositiva, onde o professor ministrou todas as definições e características sobre o circuito em série.



Figura 23: Aula teórica acerca do circuito série.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Com o desenvolver das aulas do produto educacional, na aula quatro foram retomadas as questões da problematização inicial, bem como as discutidas na utilização do painel elétrico. Os erros conceituais foram sendo corrigidos pelo professor até que aluno compreendesse a relação entre a prática e a teoria, possibilitando ao professor verificar se houve aprendizagem. Finalizando esse primeiro momento, partimos para o estudo do circuito com associação em paralelo e, como já foi visto, o processo de aprendizagem foi o mesmo. Percebemos, mais uma vez, alguns equívocos por parte dos alunos no que se refere a associação em paralelo e, já na quinta aula (primeira acerca desse tema), identificamos alguns erros conceituais. Observando as respostas dos alunos pudemos levantar alguns desses erros.

Questão 1: Como calcular a resistência equivalente do circuito com associação em paralelo?

Aluno: *“Devemos somar as resistências de todas as lâmpadas do circuito”.*

Questão 2: Qual lâmpada apresentará o maior brilho?

Aluno: *“Como vimos no circuito anterior, aquela que possui menor potência”.*

Questão 3: Por que ao desconectarmos uma das lâmpadas do circuito, as demais não se apagam?

Aluno: *“Porque cada lâmpada apresenta a mesma voltagem”.*

Questão 4: *A ordem das lâmpadas influenciará em seus brilhos?*

Aluno: “Como foi visto no circuito anterior, não. O que define o brilho da lâmpada é sua potência, aquela que possui menor potência vai brilhar mais”.

Questão 5: *Como a corrente elétrica se comporta nesse tipo de circuito?*

Aluno: “A corrente possui um caminho único, passando por todas as lâmpadas”.

Como observamos em suas respostas, alguns alunos estavam associando os conceitos estudados no circuito série ao circuito paralelo. Partindo desse princípio, fomos adiante e já na aula seis começamos a sanar tais equívocos. Na aula seis pudemos diferenciar um circuito do outro, com a explanação dos conceitos e características acerca do circuito paralelo.



Figura 24: Aula prática acerca do circuito paralelo.

Fonte: Arquivo pessoal do autor

Com a sequência das aulas, na aula oito foram retomadas as questões propostas e mais uma vez os erros conceituais puderam ser sanados. Conseguimos fazer a diferenciação entre os dois tipos de circuitos e, assim, deixar claro para o aluno as características acerca de cada circuito estudado.

Nesse contexto foi aplicado um questionário (mostrado abaixo) ao aluno constituído por 22 perguntas para avaliar o grau de satisfação sobre as aulas experimentais e o aparato experimental (painel elétrico), bem como a utilização do jogo de cartas (perguntas e respostas). O questionário foi dividido de modo que as 10

primeiras perguntas analisassem a 'Avaliação sobre a utilização de atividades experimentais como recursos didáticos no ensino de Física' sete perguntas se referissem a 'Avaliação do recurso didático (painel elétrico)' e mais 5 questionamentos referentes ao jogo de cartas. A avaliação foi bem simples, os alunos apenas marcavam com um 'X' os espaços em branco, avaliando a pergunta como péssimo, ruim, regular, bom ou excelente.

Questionário

Atividades Experimentais

Avaliação sobre a utilização de atividades experimentais como recursos didáticos no ensino de Física.	Excelente	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
1. Promove métodos de pensamento científico e de senso comum.					
2. Desenvolve habilidades de manuseio experimental.					
3. Instiga a observação e o registro cuidadoso dos dados.					
4. Enfatiza a compreensão de conceitos e a aplicação destes em situações concretas.					
5. Relaciona a teoria com a prática, promovendo sua compreensão.					
6. Pratica a resolução de problemas através da experimentação.					
7. Constatam fatos e princípios estudados anteriormente.					
8. Motiva e mantém o interesse no					
9. Avalia a eficácia de aulas experimentais no processo de aprendizagem.					

10. Tornam os fenômenos físicos mais reais por meio da experiência.					
---	--	--	--	--	--

Painel Elétrico

Avaliação do recurso didático (aparato experimental) – Painel Elétrico	Excelente	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
1. Como você avalia a qualidade desse recurso didático?					
2. Qual a sua opinião em relação a estrutura do painel elétrico?					
3. Em relação ao manuseio do painel elétrico, como você avalia?					
4. Como você considera a aplicabilidade do painel elétrico para a compreensão dos circuitos série e paralelo?					
5. Os conceitos de circuito divisor de corrente e divisor de tensão ficaram bem evidenciados nesse recurso didático?					
6. Você avalia que esse aparato alcançou o objetivo de trabalhar os conceitos presentes nos circuitos simples (série e paralelo)?					

Jogo de Cartas

Avaliação do recurso didático – Jogo de cartas eletrodinâmico.	Excelente	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
1. Como você avalia a qualidade desse recurso didático?					
2. Qual a sua opinião em relação a utilização desse recurso?					
3. Na sua avaliação, qual o nível de importância desse recurso para a aprendizagem do tema?					
4. Qual o nível de motivação a aprender o conteúdo visto em					

sala usando o Jogo de cartas eletrodinâmico?					
5. Como você considera o aprofundamento da aprendizagem sobre o tema, com a utilização desse recurso?					

A pesquisa acima foi baseada na escala Likert. Esta escala é uma das mais usadas atualmente em pesquisas de satisfação. De acordo com Apolinário (2007, p. 81), a escala de Likert pode ser definida como um “tipo de escala de atitude na qual o respondente indica seu grau de concordância ou discordância em relação a determinado objeto”.

Aguiar; Correia e Campos, (2011, p. 2) assim conceituam a escala de Likert:

São uma das escalas de autorrelato mais difundidas, consistindo em uma série de perguntas formuladas sobre o pesquisado, onde os respondentes escolhem uma dentre várias opções, normalmente cinco, sendo elas nomeadas como: Concordo muito, Concordo, Neutro/indiferente, Discordo e Discordo muito.

Geralmente quando se usa esse tipo de escala em pesquisas de satisfação, são usados cinco níveis de respostas, apesar de que outros autores defendem que se use mais níveis. Para essa pesquisa foi atribuído os mesmos cinco níveis de satisfação, nos quais ficaram elencados como: excelente, bom, regular, ruim e péssimo. Se pensarmos que a educação pode ser vista como uma prestação de serviço que é oferecido a uma clientela, podemos utilizar essa escala como uma das formas de avaliar o produto educacional oferecido aos alunos. Desta forma, a escala utilizada mostrou-se eficaz para mensurar o grau de satisfação dos alunos a respeito das aulas propostas. Visto que, se tratando de alunos de escola pública (público alvo dessa pesquisa), com estruturas muitas vezes precárias, e que estudam em uma escola na modalidade integral, em que o aluno já passa boa parte do seu dia dentro da escola, otimizar tempo se mostra uma ação importante.

O questionário acima exposto foi utilizado nas duas turmas em que o produto educacional foi aplicado. As duas turmas, somados todos os alunos, tem um total de 36 estudantes, dentre os quais, apenas 35 responderam à pesquisa de satisfação.

Essa pesquisa faz parte da avaliação qualitativa desse produto que, somada a avaliação quantitativa, realizada ao fim do processo, nos dá um reflexo base para mensurar a qualidade do serviço prestado.

A respeito da pesquisa aplicada aos alunos, medindo o grau de satisfação com o serviço prestado, os resultados encontram-se elencados abaixo, nos gráficos que mostram os resultados colhidos, questão por questão. Primeiramente fizemos uma análise das dez primeiras questões respondidas pelos alunos sobre a Avaliação sobre a utilização de atividades experimentais como recursos didáticos no ensino de Física.

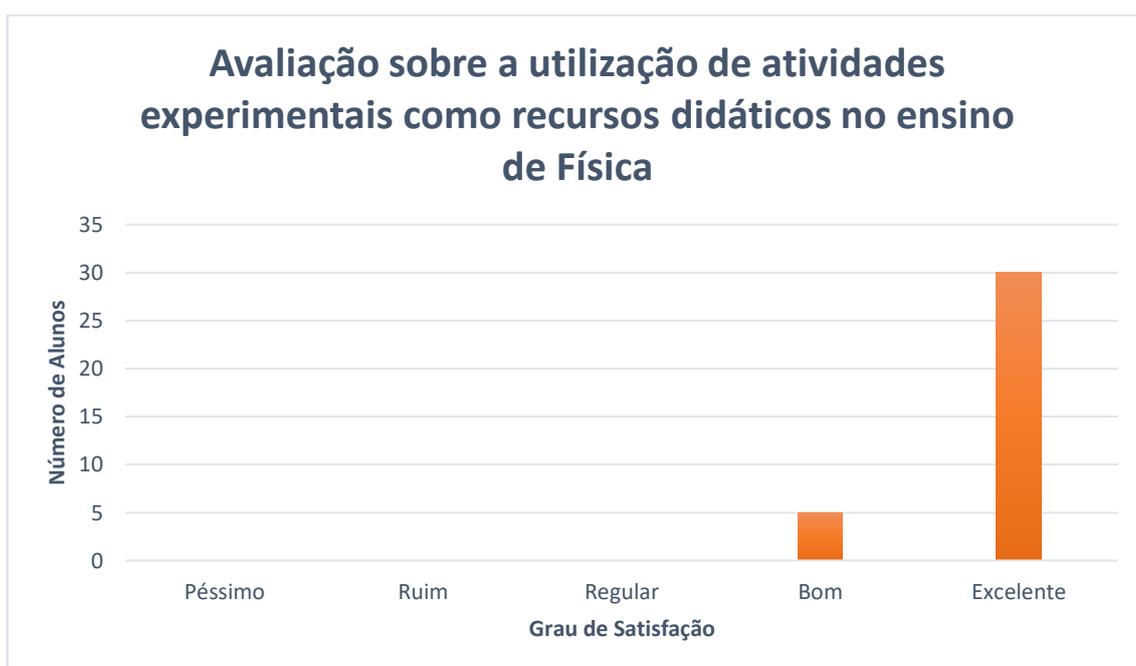


Gráfico 1: Promove métodos de pensamento científico e de senso comum.
Fonte: Elaborado pelo autor

Nessa primeira questão tivemos o intuito de saber se, na visão dos alunos, se aulas experimentais promovia métodos do pensamento científico e de senso comum. Como podemos ver no resultado acima, 30 dos 35 alunos consideraram excelente, apenas 5 consideraram bom. Vale ressaltar que nesse quesito, nenhum dos alunos consideraram péssimo, ruim ou regular, nos fazendo remeter que as atividades experimentais atende essa necessidade nesse ponto.

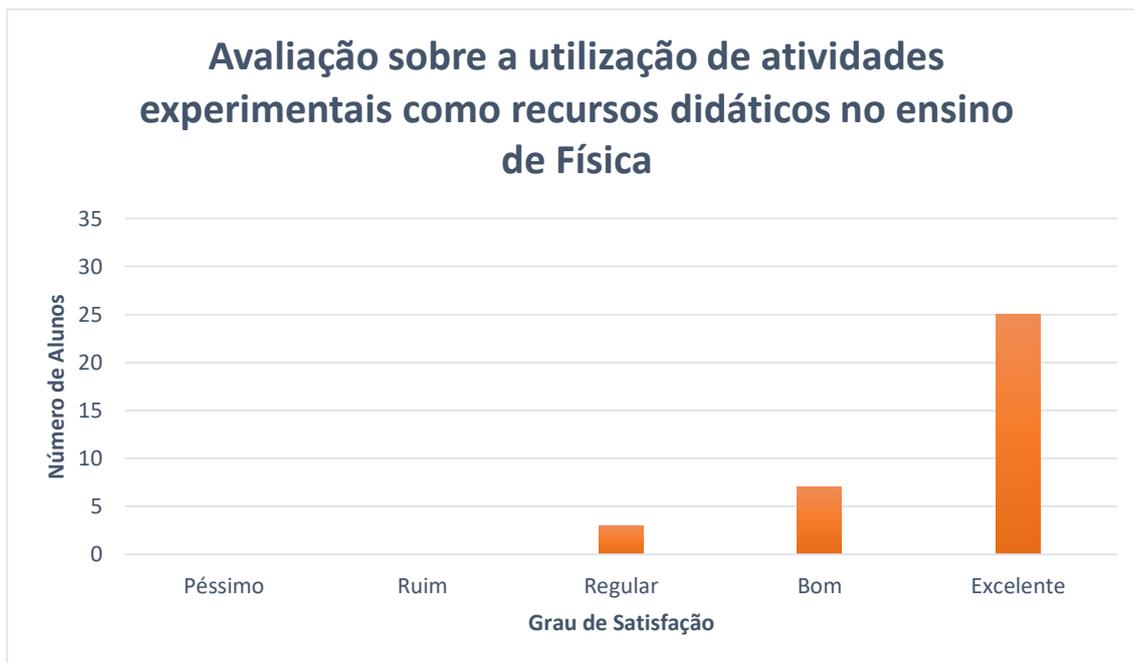


Gráfico 2: Desenvolve habilidades de manuseio experimental.
Fonte: Elaborado pelo autor

Nesse ponto, os alunos responderam se as aulas experimentais desenvolvem habilidades de manuseio experimental. Analisando o gráfico acima, podemos ver que 25 dos 35 alunos responderam excelente, 7 responderam como bom e apenas 3 como regular. Vale ressaltar que nenhum aluno respondeu péssimo ou ruim. Analisando esse gráfico, podemos concluir que, na visão do aluno as atividades experimentais atendem esse ponto.

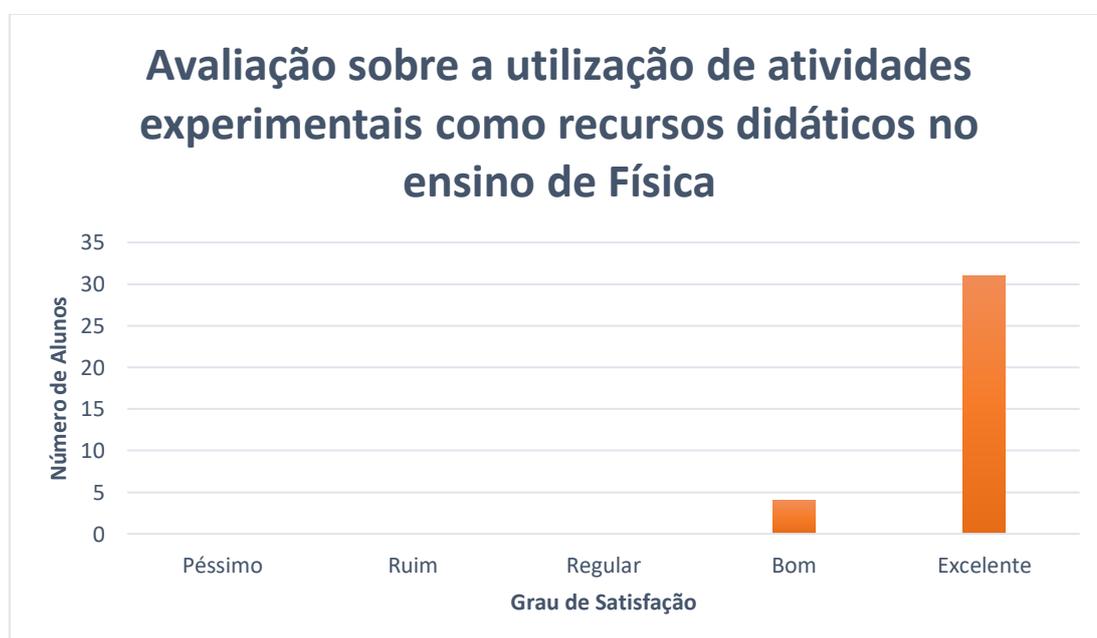


Gráfico 3: Instiga a observação e o registro cuidadoso de dados.
Fonte: Elaborado pelo autor

O gráfico 3 ressalta a importância da observação e o registro de dados. Como podemos ver no gráfico, 31 dos 35 alunos que responderam o questionário, trata como excelente esse aspecto e apenas 4 alunos trata como bom. Isso nos remete a pensar que também nesse quesito as atividades experimentais, atende essa necessidade.

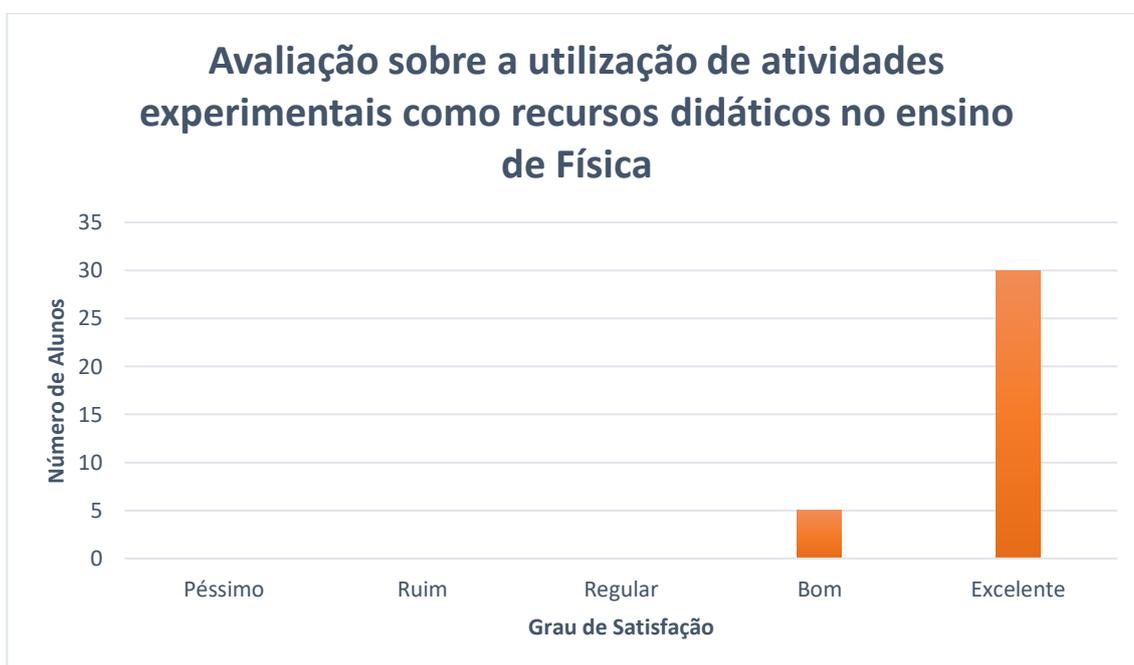


Gráfico 4: Enfatiza a compreensão de conceitos e a aplicação em situações concretas.
Fonte: Elaborado pelo autor

Podemos ver no gráfico 4 que 30 dos 35 alunos que responderam o questionário, consideraram como excelente a compreensão de conceitos e a aplicação, desses conceitos, em situações concretas. Apenas 5 avaliaram como bom. Mais uma vez, esse resultado nos leva a crer que as atividades experimentais, nesse ponto, atendem as expectativas.

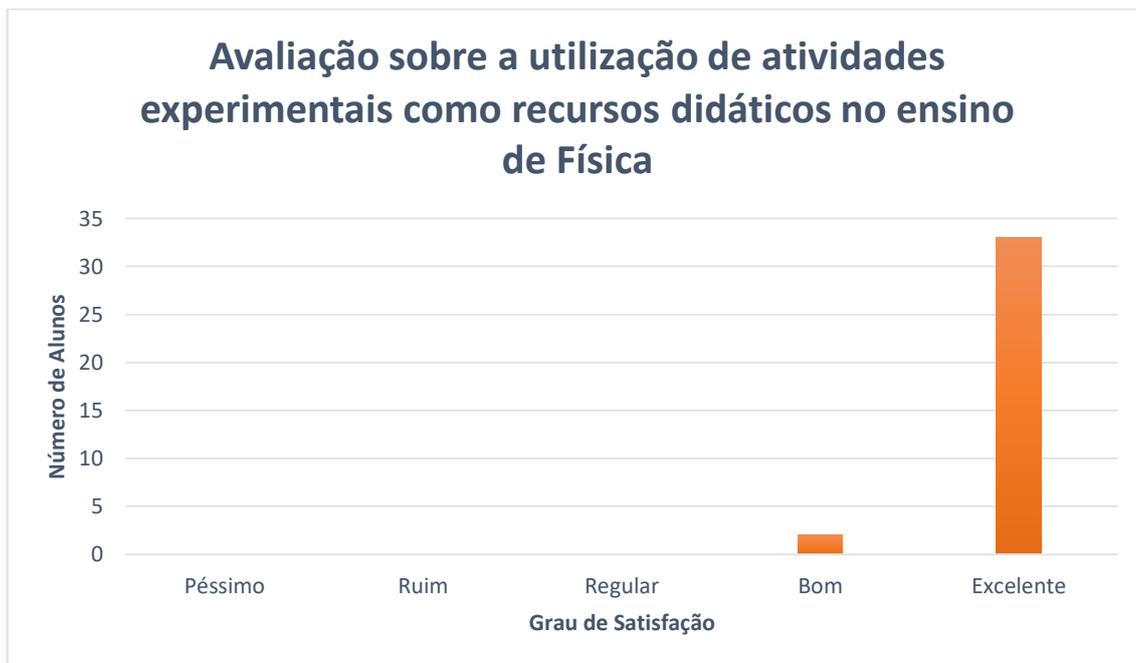


Gráfico 5: Relaciona a teoria com a prática, promovendo sua compreensão.
Fonte: Elaborado pelo autor

No gráfico 5, percebemos um resultado ainda mais satisfatório em comparação com os quesitos anteriores. 33 dos 35 alunos que responderam o questionário, consideram como excelente a relação teoria e prática, promovendo sua compreensão e apenas 2 alunos responderam como bom. O alto índice de satisfação com o quesito proposto, nos mostra que as atividades experimentais atendem bem as expectativas a respeito desse ponto.

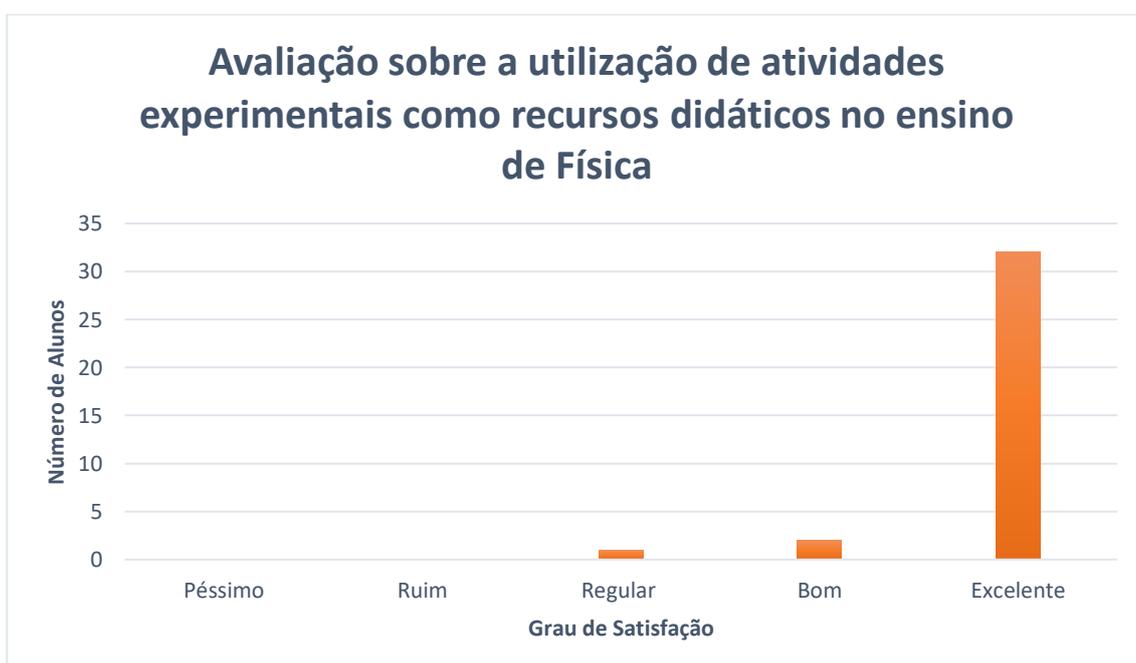


Gráfico 6: Pratica a resolução de problemas através da experimentação.
Fonte: Elaborado pelo autor

Nesse ponto, como podemos ver no gráfico 6, queríamos saber o nível de satisfação dos alunos a respeito se o experimento pratica a resolução de problemas através da experimentação. Mais uma vez tivemos um resultado bastante satisfatório, visto que, 32 dos 35 alunos que responderam à pesquisa assinalaram como excelente, 2 assinalaram como bom e apenas 1 aluno assinalou como regular.

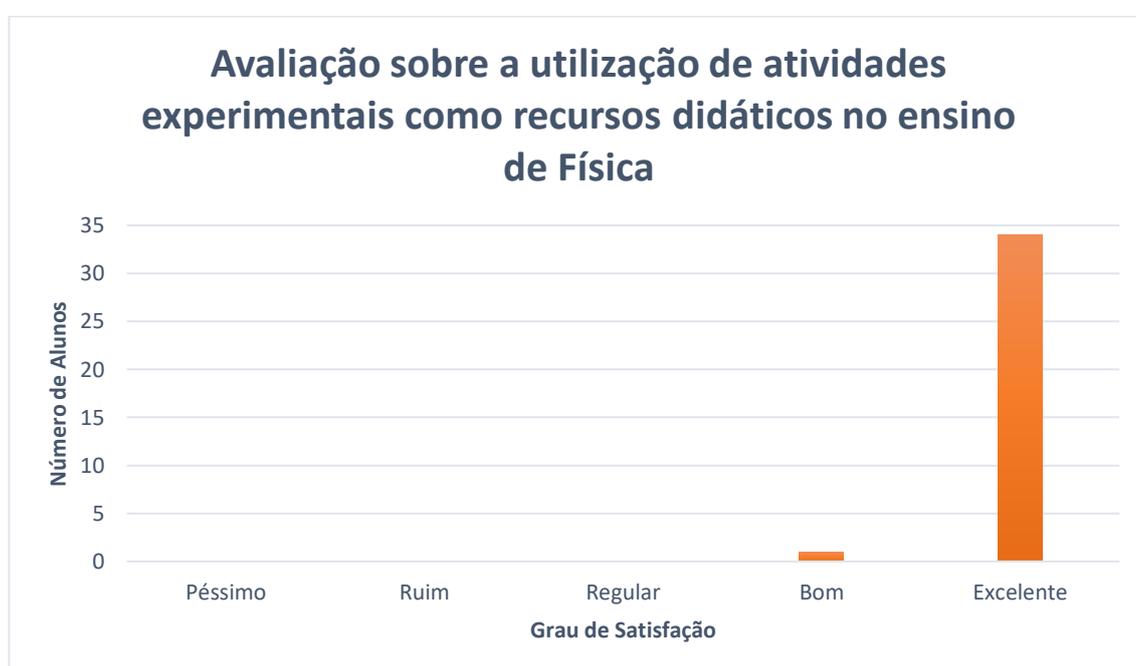


Gráfico 7: Constam fatos e princípios estudados anteriormente.

Fonte: Elaborado pelo autor

Observando e analisando o gráfico 7, vemos aqui o maior grau de satisfação dentre as questões propostas até agora. Indagados se constam fatos e princípios estudados anteriormente, 34 dos 35 alunos responderam como excelente e apenas 1 aluno respondeu bom. Com esse resultado, mais uma vez, podemos verificar o alto grau de satisfação dos alunos a respeito do quesito, nos fazendo crer que mais uma vez foi atendida as expectativas.

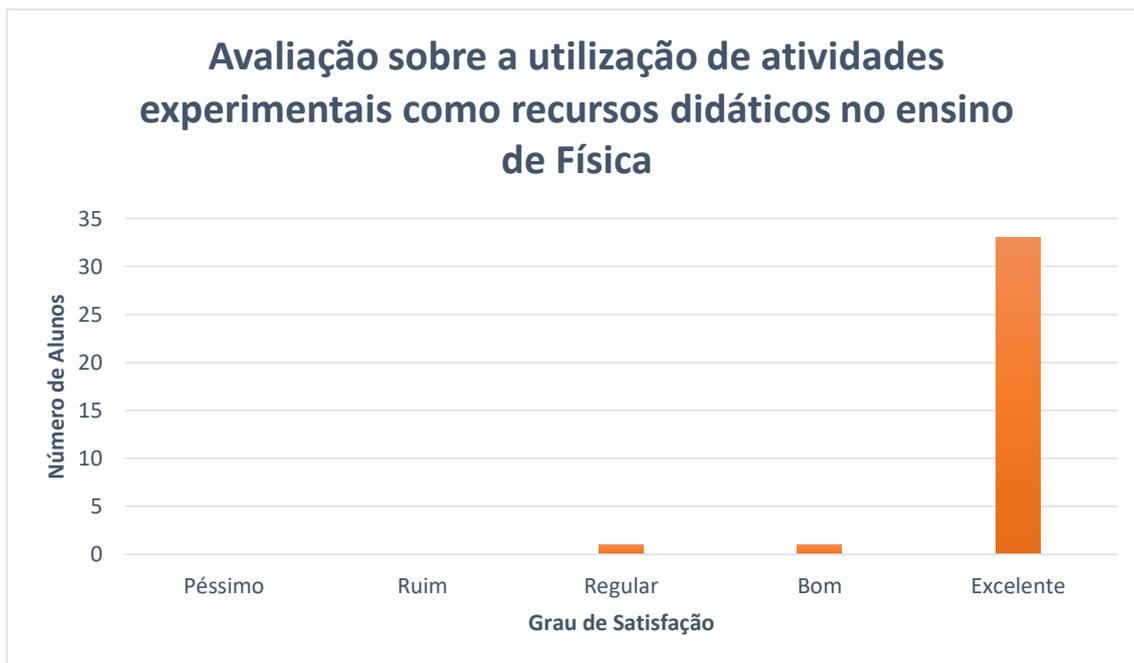


Gráfico 8: Motiva e mantém o interesse no conteúdo explanado.
Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando o gráfico 8, percebemos que 33 dos 35 alunos que responderam o questionário, assinalaram como excelente e apenas 1 aluno respondeu bom e mais 1 respondeu regular. Percebemos com isso que, o alto grau de satisfação dos alunos a respeito da motivação e o interesse no conteúdo explanado, nos mostrando que mais uma vez as expectativas foram alcançadas.

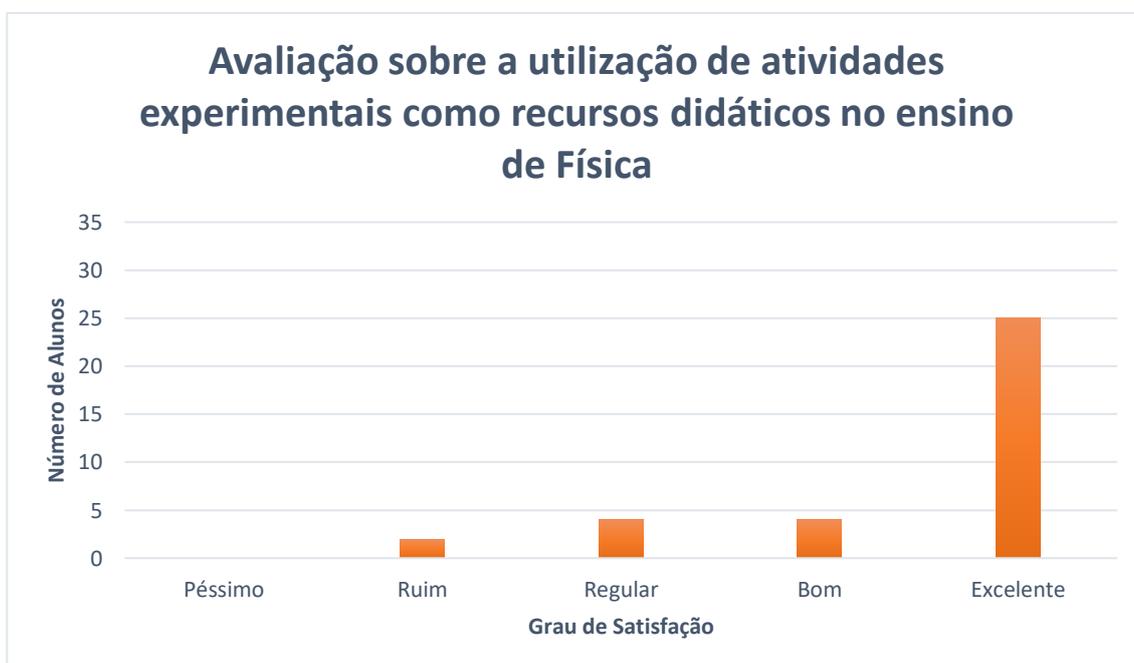


Gráfico 9: Avalia a eficácia de aulas experimentais no processo de aprendizagem.
Fonte: Elaborado pelo autor

No gráfico 9, quando questionados sobre a satisfação em relação a eficácia de atividades experimentais no processo de aprendizagem, 25 dos 35 alunos assinalaram como excelente, 4 alunos assinalaram como bom, 4 alunos assinalaram como regular e apenas 2 alunos assinalaram como ruim. Nesse quesito temos o menor índice de satisfação dentre as questões até aqui. Mesmo com o resultado exposto, podemos avaliar que, também nesse ponto, a atividade experimental proposta atende as expectativas.

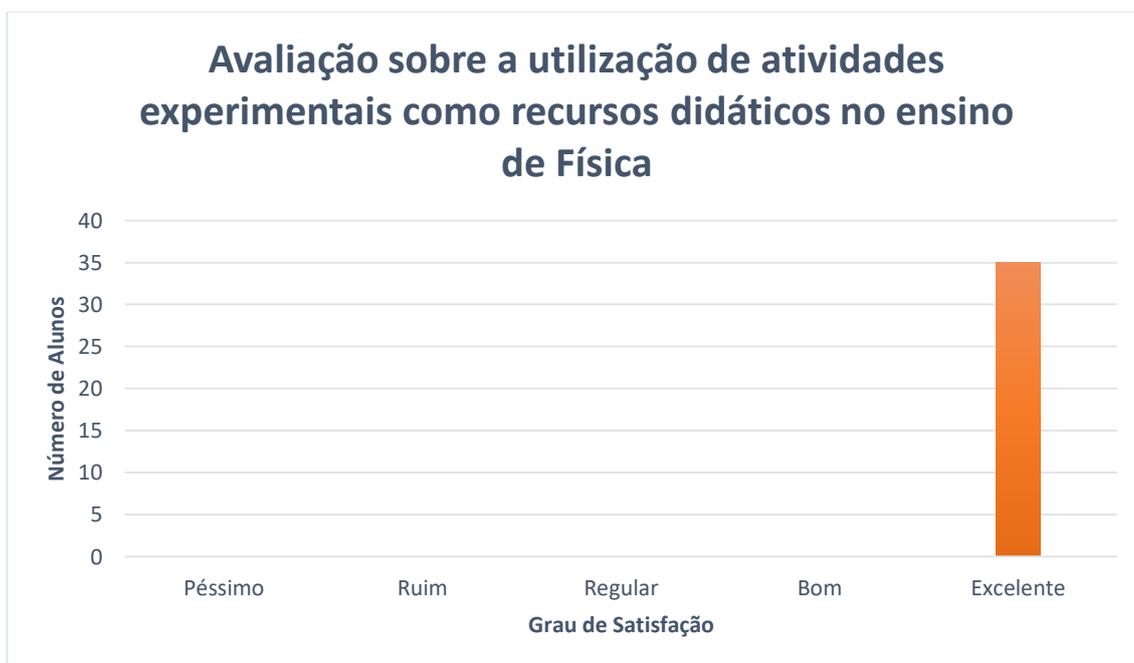


Gráfico 10: Tornam os fenômenos físicos mais reais por meio da experiência.

Fonte: Elaborado pelo autor

No gráfico 10, quando questionados se as aulas experimentais tornam os fenômenos físicos mais reais por meio da experiência, todos os 35 alunos que responderam o questionário assinalaram excelente. Nesse ponto temos o maior grau de satisfação entre todas as questões propostas, isso nos leva a acreditar que nesse ponto, mais uma vez, a expectativa foi alcançada.

Analisando, de forma geral, os dados nos gráficos acima, podemos perceber que 88% dos alunos consideraram como excelente e apenas 12% como bom ou regular a utilização de atividades experimentais nas aulas de física. Com isso podemos concluir que, as atividades experimentais se tornam importantíssimas para o processo de aprendizagem dos alunos nas aulas de física. Outro ponto que podemos destacar é que, nenhum aluno assinalou a atividade como ruim ou péssimo, nos levando a crer que, mesmo os alunos que não se identificam com a disciplina

acham a atividade experimental uma ferramenta diferenciada que proporciona uma aprendizagem mais significativa, ou seja, uma maneira diferenciada de se estudar a disciplina.

Analisaremos agora o que os alunos acharam do aparato experimental (painel elétrico). Para esse estudo, fizemos sete questionamentos que culminaram em mais sete gráficos que serão expostos a seguir.

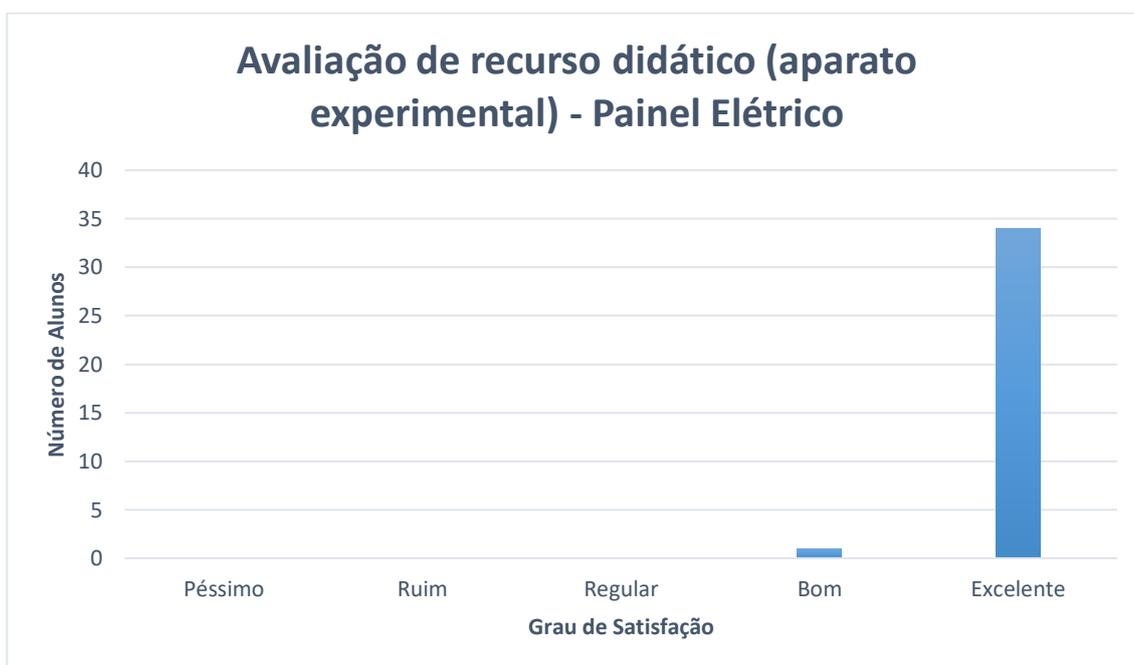


Gráfico 11: Como você avalia a qualidade desse recurso didático?
Fonte: Elaborado pelo autor

No gráfico 11, os alunos foram indagados sobre como eles avaliaram a qualidade do recurso didático utilizado. Analisando os dados apresentados acima, podemos ver que 34 dos 35 alunos que responderam a questão avaliaram como excelente e, apenas 1 aluno assinalou como bom. Isso nos leva a acreditar que o aparato experimental proposto, painel elétrico, atende satisfatoriamente as expectativas.

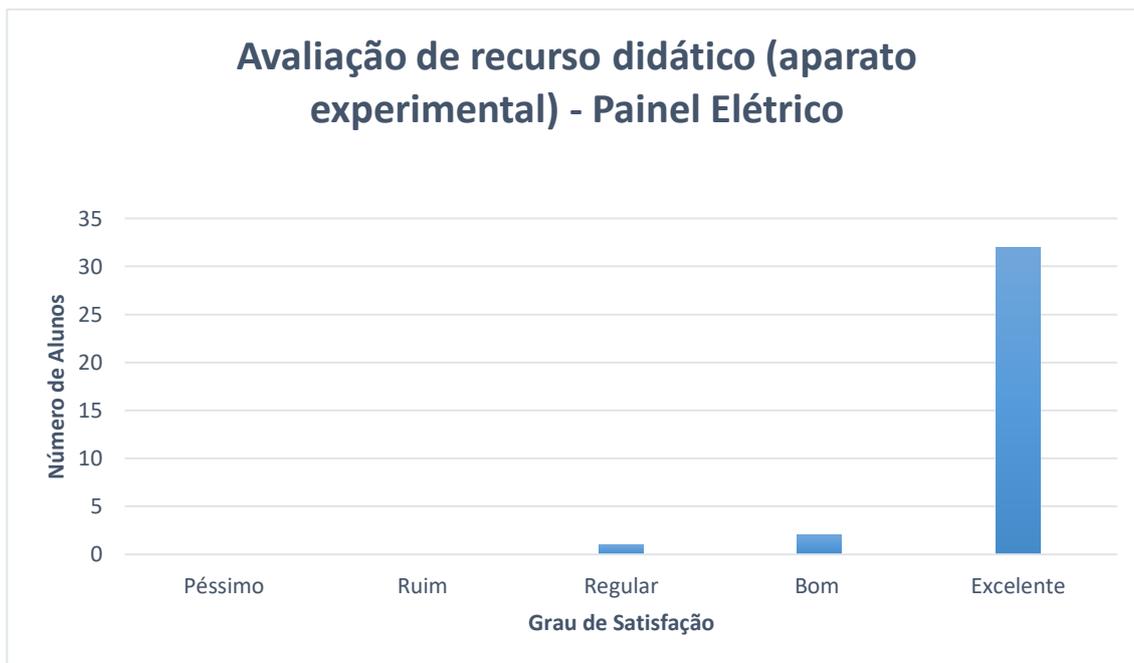


Gráfico 12: Qual a sua opinião em relação a estrutura do painel elétrico?
Fonte: Elaborado pelo autor

No gráfico 12, buscamos expor a opinião do aluno a respeito da estrutura do painel elétrico. Como podemos ver no gráfico, 32 dos 35 alunos que responderam o quesito consideraram como excelente, 2 como bom e apenas 1 aluno como regular. Esse resultado nos mostra que a estrutura do painel elétrico foi satisfatória, na visão dos alunos.

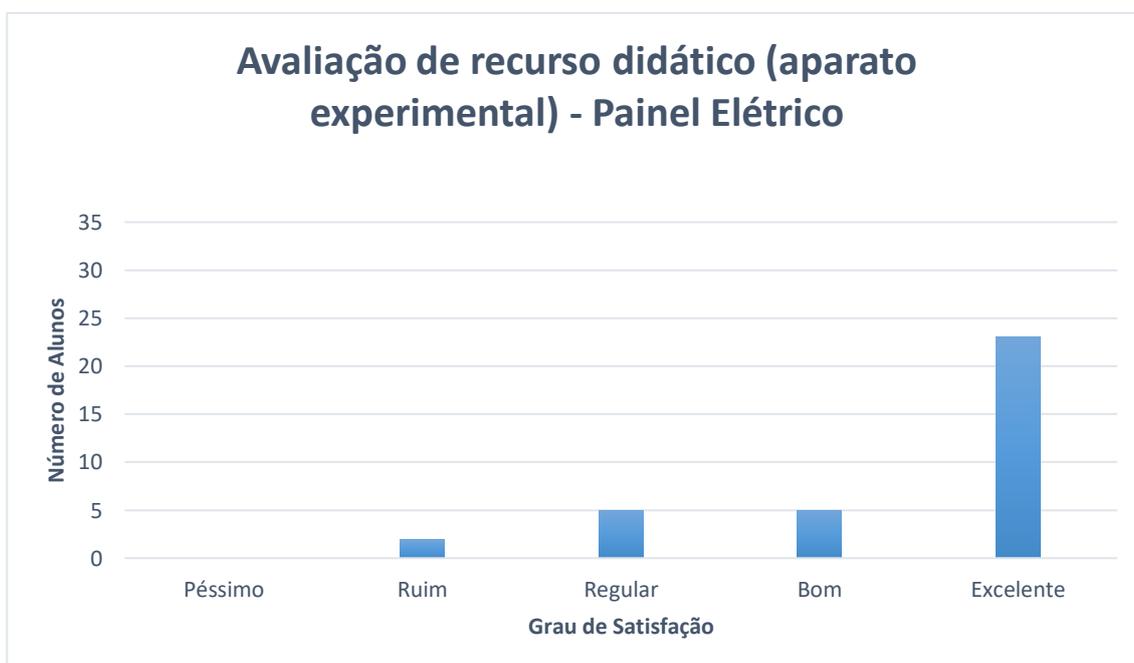


Gráfico 13: Em relação ao manuseio do painel elétrico, como você avalia?
Fonte: Elaborado pelo autor

Nessa questão representada no gráfico 13, temos o menor grau de satisfação exposto até aqui. Quando indagados sobre o manuseio do painel elétrico, 23 dos 35 alunos assinalaram como excelente, 5 como bom, 5 como regular e 2 alunos como ruim. Apesar de ainda termos um grau de satisfatório, o que chama a atenção é que nesse ponto temos 2 alunos insatisfeitos.

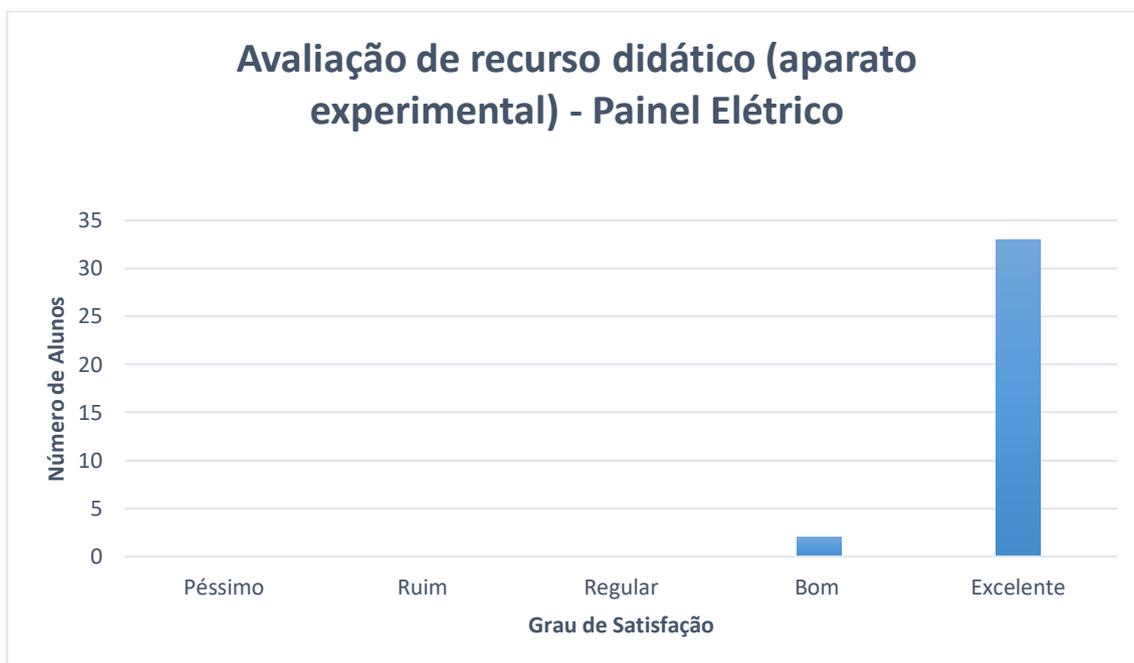


Gráfico 14: Como você considera a aplicabilidade do painel elétrico para a compreensão dos circuitos série e paralelo?

Fonte: Elaborado pelo autor.

No gráfico 14, como você considera a aplicabilidade do painel elétrico para a compreensão dos circuitos série e paralelo, 33 dos 35 alunos assinalaram como excelente e apenas 2 alunos assinalaram como bom. Podemos ver aqui, mais uma vez, um alto grau de satisfação dos alunos a respeito do aparato experimental.

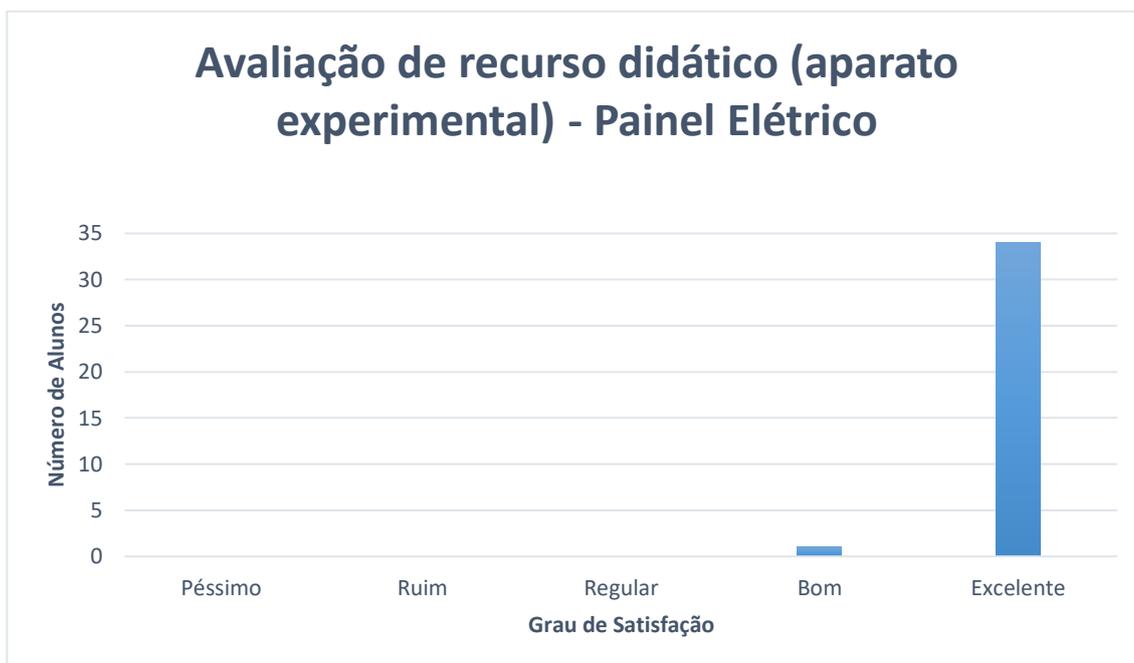


Gráfico 15: Os conceitos de circuito divisor de corrente e divisor de tensão ficaram bem evidenciados nesse recurso didático?

Fonte: Elaborado pelo autor

Quando questionados sobre se os conceitos de circuito divisor de tensão e divisor de corrente ficaram evidenciados no painel elétrico, 34 dos 35 alunos assinalaram o quesito como excelente e apenas 1 como bom. Podemos ver os resultados no gráfico 15 e acreditar que com esse resultado que nesse ponto, o aparato experimental, atende as expectativas..

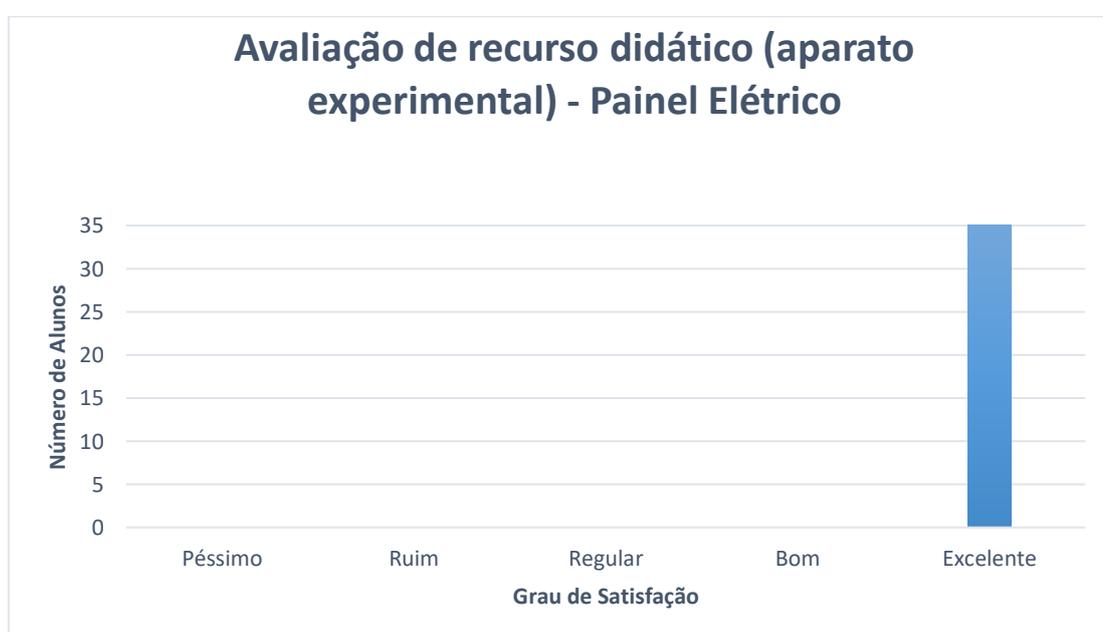


Gráfico 16: Você avalia que esse aparato alcançou o objetivo de trabalhar os conceitos presentes nos circuitos simples (série e paralelo)?

Fonte: Elaborado pelo autor.

Observando os resultados expostos no gráfico 16, percebemos que o objetivo foi alcançado. Quando indagados se o painel elétrico alcançou o objetivo de trabalhar os conceitos presentes nos circuitos simples (série e paralelo), todos os alunos questionados assinalaram como excelente. Mais uma vez, temos grau máximo de satisfação entre os alunos.

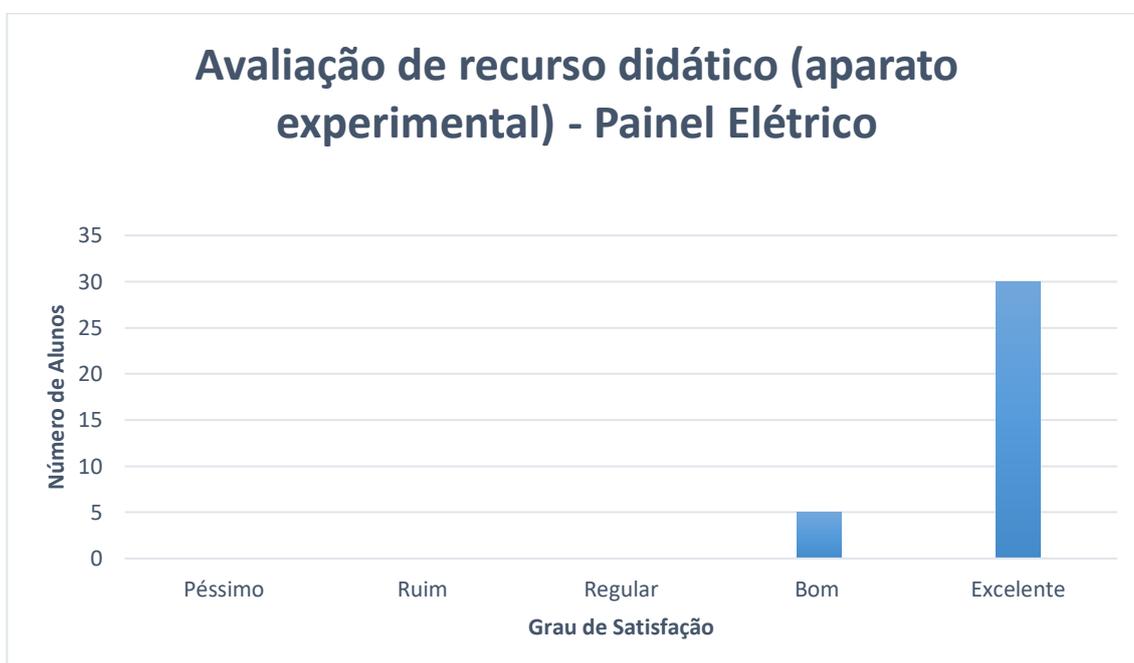


Gráfico 17: Como você avalia a relação existente entre o painel e o seu cotidiano?
Fonte: Elaborado pelo autor

No gráfico 17, como você avalia a relação existente entre o painel e o seu cotidiano, 30 dos 35 alunos assinalaram excelente e apenas 5 alunos assinalaram bom.

Analisando, de forma geral, os resultados da pesquisa acerca do aparelho experimental, notamos que 90% dos alunos responderam como excelente, cerca de 6,5% responderam como bom e apenas 3,5% como regular ou ruim. Assim podemos perceber que, o resultado foi extremamente satisfatório. Levando em conta os dados observados, fica claro que o objetivo foi alcançado. Trabalhamos os conceitos presentes nos circuitos simples (série e paralelo), utilizando o painel elétrico para essa finalidade. Além disso, diferenciamos cada tipo de circuito mostrando suas características principais.

Chamamos a atenção para o gráfico 13, o único que tem um índice de insatisfação por parte dos alunos. Neste quesito, queríamos observar o que o aluno achava do manuseio do painel elétrico. Percebemos que dois alunos avaliaram como ruim. Em conversa com esses alunos, conseguimos identificar a causa da insatisfação dos mesmos, pois eles relataram que nem todos tiveram a oportunidade de manusear o painel elétrico. Esse fato se deve ao alto custo para a construção do painel, o que inviabilizou a construção de mais equipamentos para que todos tivessem a oportunidade de manusear.

Faremos agora a análise do jogo de cartas. Esse recurso foi proposto com o intuito de acrescentar as aulas um momento lúdico, de competição, buscando a interação entre os participantes e estimulando a troca de conhecimento entre os mesmos.

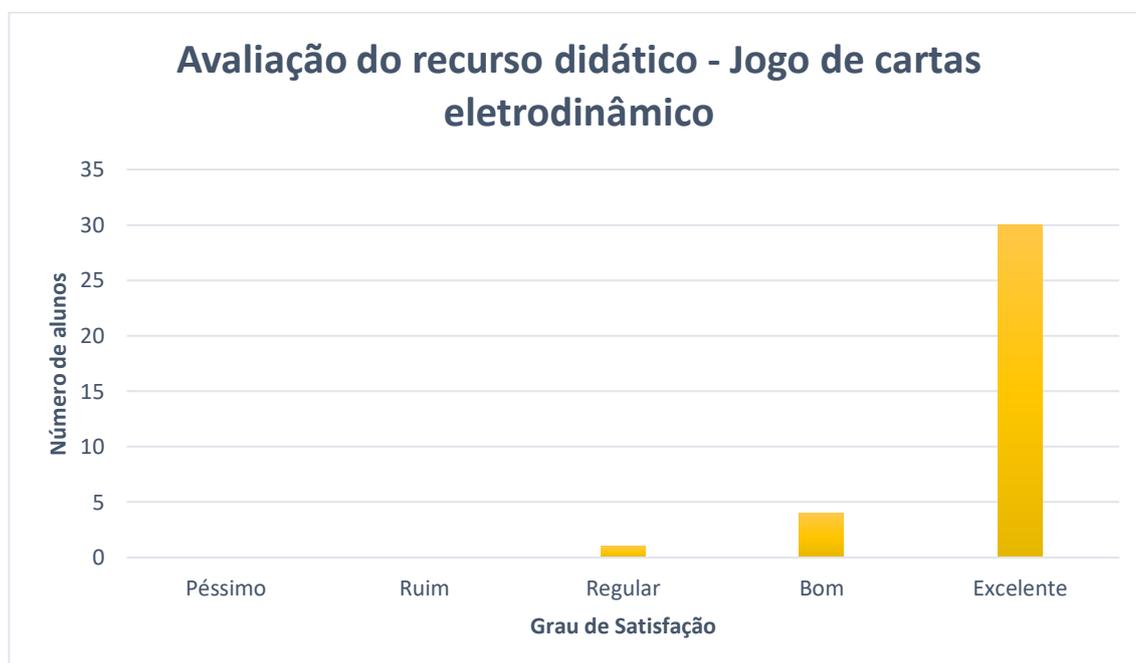


Gráfico 18: Como você avalia a qualidade desse recurso didático?

Fonte: Elaborado pelo autor

Observando os resultados no gráfico 18, percebemos que quando questionado sobre como avaliavam a qualidade do jogo de cartas eletrodinâmico, 30 dos 35 alunos assinalaram como excelente, 4 como bom e apenas 1 aluno assinalou como regular. Esse resultado nos leva a crer que o recurso didático proposto atende as expectativas e na sua maioria, os alunos, atestam como um recurso pedagógico de qualidade.

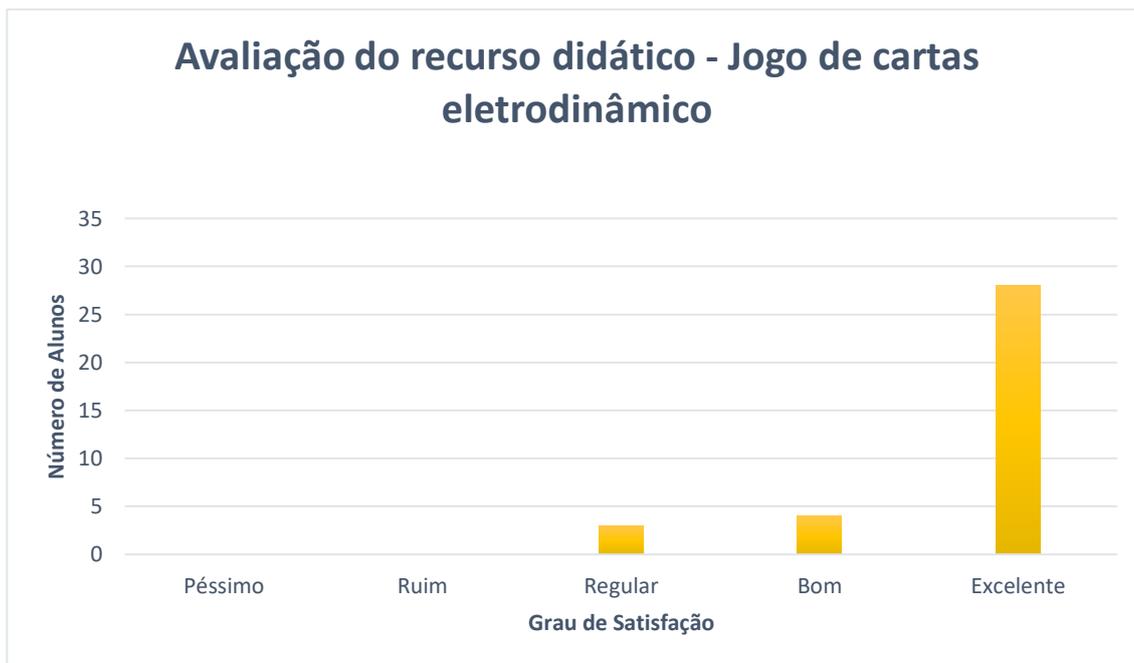


Gráfico 19: Qual a sua opinião em relação a utilização desse recurso?
Fonte: Elaborado pelo autor

No gráfico 19, propusemos saber a opinião dos alunos acerca da utilização do jogo de cartas. 28 dos 35 alunos que responderam o questionário assinalaram como excelente, 4 alunos assinalaram como bom e apenas 3 alunos assinalaram como regular. Isso nos mostra que a utilização de um recurso pedagógico inovador, tornam as aulas mais dinâmicas e motivadoras para os alunos.

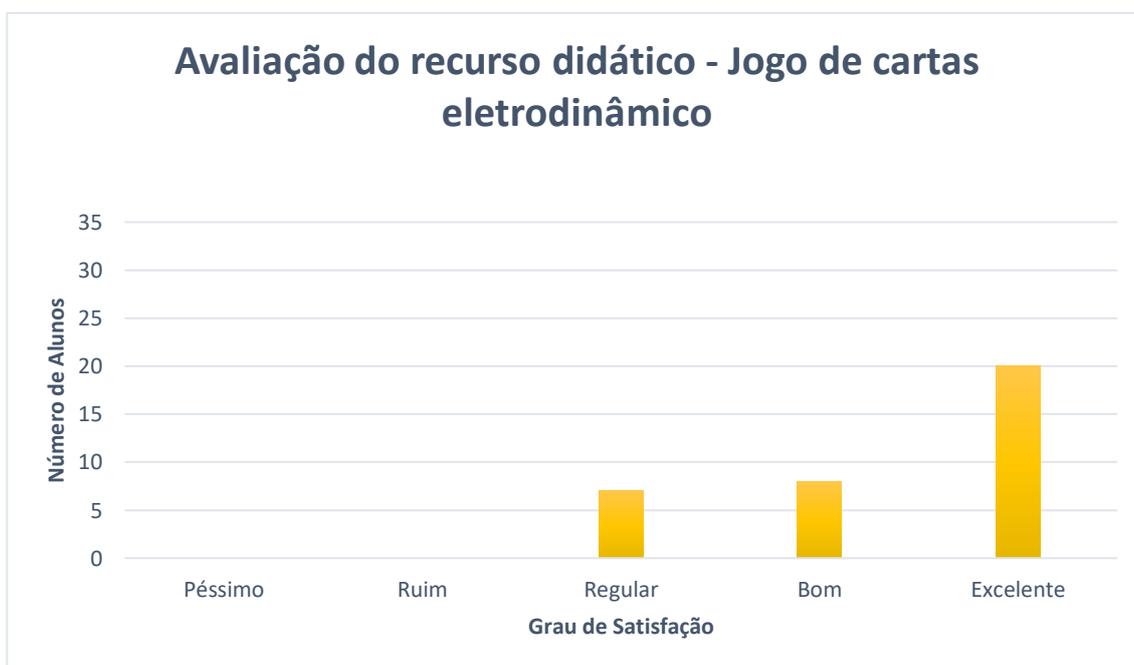


Gráfico 20: Na sua avaliação, qual o nível de importância desse recurso para aprendizagem do tema?
Fonte: Elaborado pelo autor

No gráfico 20, queríamos saber qual o nível de importância do jogo de cartas para a aprendizagem. Diante dos resultados onde, 20 alunos dos 35 que responderam a pesquisa assinalaram como excelente, 8 alunos assinalaram bom e 7 alunos assinalaram como regular, podemos acreditar que esse recurso se mostra de forma satisfatória a respeito desse quesito.

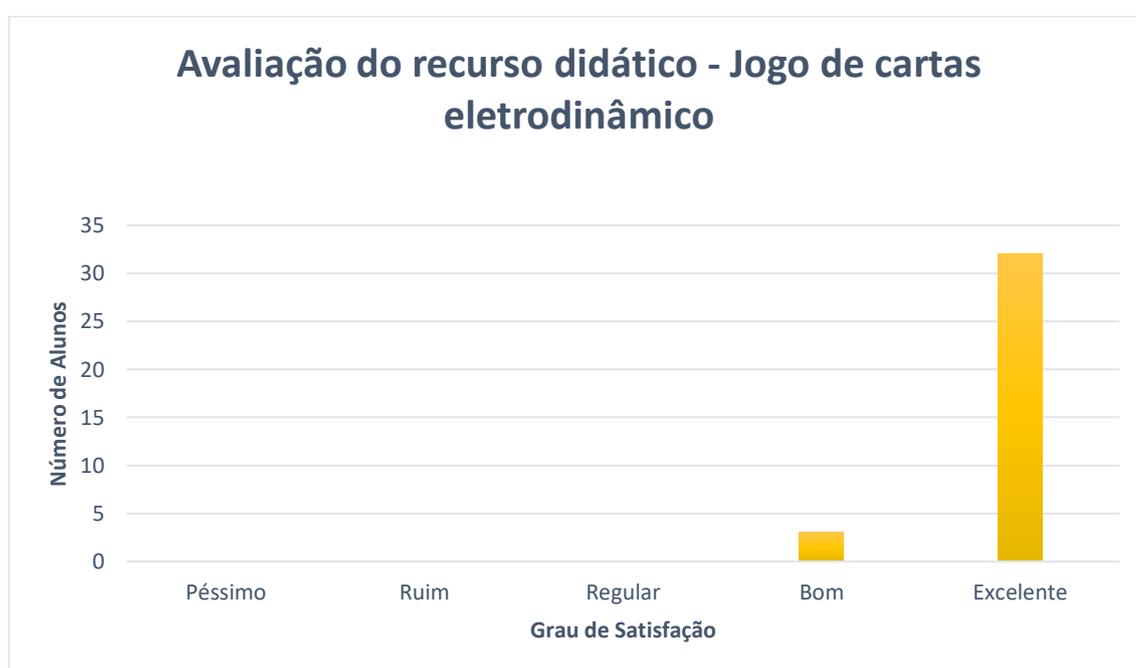


Gráfico 21: Qual o nível de motivação a aprender o conteúdo visto em sala, usando o jogo de cartas eletrodinâmico?

Fonte: Elaborado pelo autor

Analisando os resultados do gráfico 21, percebemos que 32 alunos dos 35 que responderam à pesquisa assinalaram como excelente e apenas 3 alunos assinalaram como bom, quando indagados sobre qual o nível de motivação a aprender o conteúdo visto em sala, usando o jogo de cartas. Percebemos com o resultado, que os alunos se sentem motivados, quando, sempre que possível, utilizamos ferramentas pedagógicas que fogem da rotina diária do ensino tradicional.

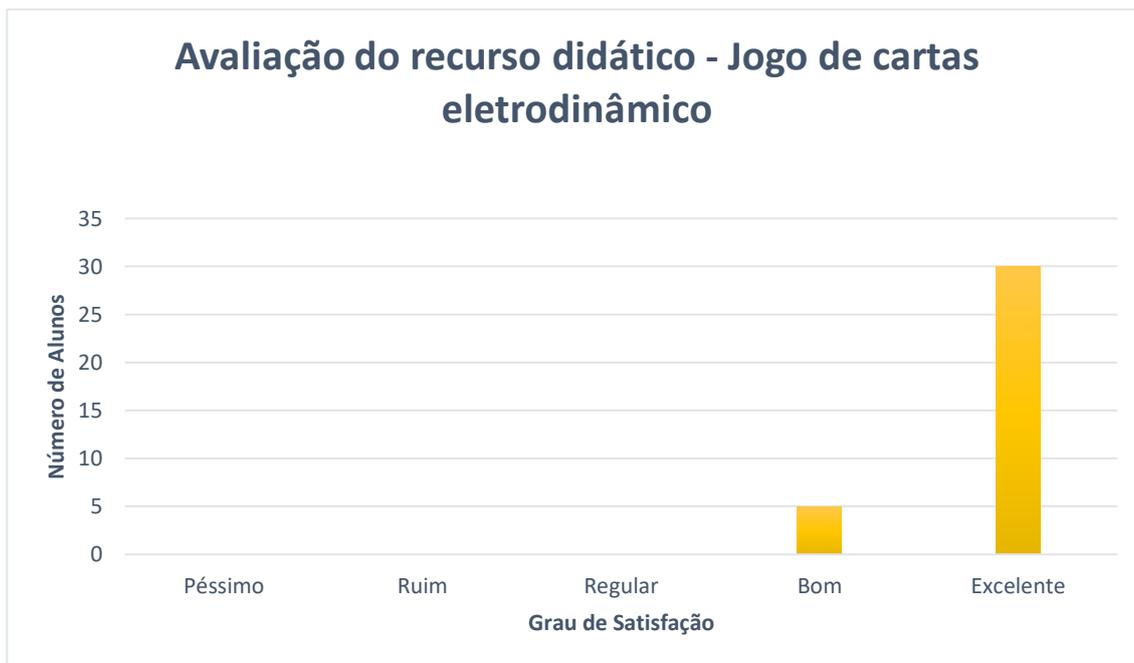


Gráfico 22: Como você considera o aprofundamento da aprendizagem sobre o tema, com a utilização desse recurso?

Fonte: Elaborado pelo autor.

No gráfico 22, como você considera o aprofundamento da aprendizagem sobre o tema, com a utilização desse recurso? 30 dos 35 alunos assinalaram com excelente e apenas 5 alunos assinalaram como bom. Isso nos mostra que com esse recurso, os assuntos ministrados em sala de aula podem ser aprofundados de forma satisfatória.

Na avaliação geral dos gráficos expostos acima, sobre o jogo de cartas eletrodinâmico, tivemos um resultado com um menor índice de satisfação dentre os recursos utilizados. Um total de 80% dos alunos considerou o recurso como excelente aproximadamente 13,7% como bom, 6,2% como regular e apenas 0,1% dos alunos consideraram o jogo como ruim. Fazendo uma análise mais aprofundada, levando em consideração as respostas colhidas, podemos destacar que, mesmo com uma queda no grau de satisfação desse recurso, ele ainda se mostra eficaz, tendo em vista o percentual de alunos satisfeitos com esse aparato.

Levando em consideração o que observamos com o resultado dessa pesquisa, e com o alto grau de satisfação por parte dos alunos nas atividades desenvolvidas, percebemos que, mesmo que a escola não disponha de um laboratório apropriado para o desenvolvimento de aulas práticas experimentais, é de suma importância que o professor, sempre que possível, leve para sala de aula atividades experimentais que

despertem um maior interesse dos alunos para o assunto ministrado e conseqüentemente pela disciplina, fazendo com que assim, o aluno possa confrontar as teorias científicas com o seu conhecimento cotidiano.

Outra observação feita no decorrer das aulas foi a respeito da interação dos alunos com as atividades propostas. O envolvimento com as atividades propostas no produto educacional era evidente. Com isso, acreditamos que a aprendizagem dos conceitos e características do circuito série e paralelo foi alcançada.

Este trabalho ainda trouxe uma avaliação quantitativa do aprendizado dos alunos. Foi elaborada uma avaliação contendo cinco questões objetivas sobre o conteúdo abordado e dado um tempo de 40 minutos para que os alunos pudessem responder. A avaliação foi aplicada nas duas turmas de terceira série da EETI – José Augusto, turmas A e B, com um total de 35 alunos que responderam a avaliação. Faremos agora a análise dessa avaliação.

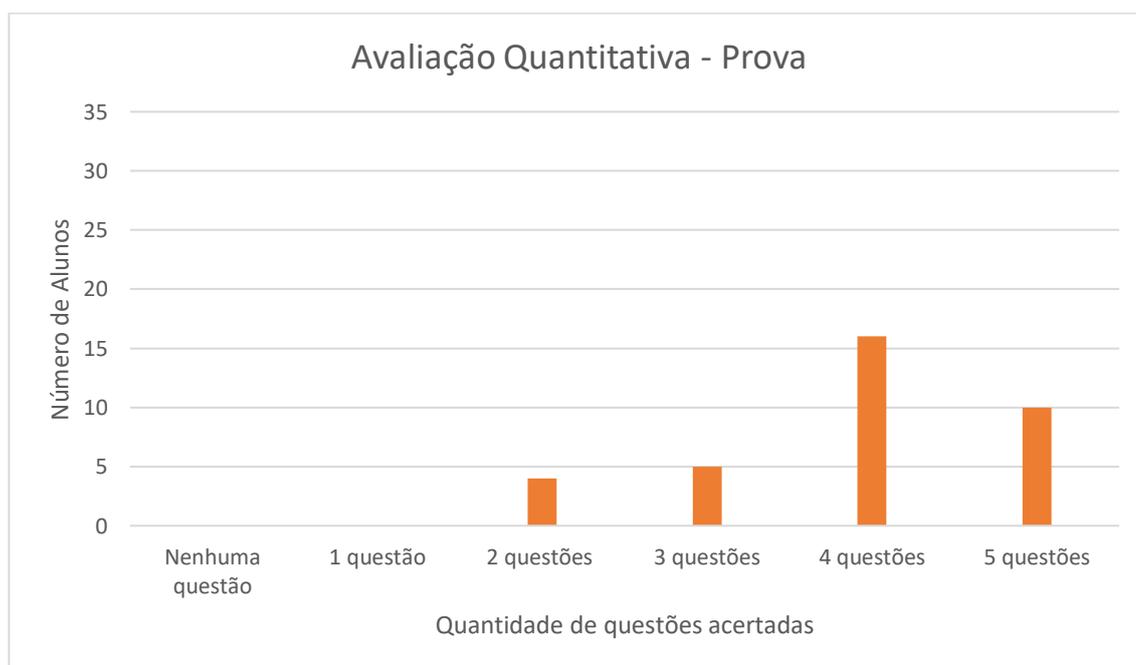


Gráfico 23: Resultado da avaliação quantitativa
Fonte: Elaborado pelo autor

Observando os dados no gráfico acima, percebemos que o resultado foi bastante satisfatório. 29% dos alunos tiveram um rendimento de 100%, 45,7% obtiveram um rendimento de 80%, 14,2% da turma tiveram um rendimento de 60% e apenas 11,1% obtiveram um resultado insatisfatório, abaixo da média da escola que

é de 60%. Fazendo um apanhado mais geral, percebemos que mais de 88% da turma atingiram a média ou nota superior e, indo um pouco mais a fundo nesses dados, observamos que 74,7% da turma atingiram um resultado de 80% de acertos ou mais.

Neste sentido, os resultados apresentados através dos gráficos acima mostram claramente que os objetivos pretendidos com este trabalho foram alcançados. Além disso, as observações que realizamos durante e após a aplicação do produto nas turmas nos mostraram um aprendizado pelos alunos do conteúdo científico ensinado. Pudemos observar que o rendimento qualitativo e quantitativo do aprendizado dessas turmas foi maior com a utilização da metodologia adotada no presente produto quando comparado com o rendimento de turmas de anos anteriores onde o produto não foi aplicado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pensamos nesse trabalho a partir de questionamentos que, na prática docente, devem ser relevantes. Por que ensinar Física? Para quem ensinar Física? Como ensinar Física? Fazer um apanhado e uma profunda reflexão acerca desses questionamentos é extremamente necessário na busca de um ensino de qualidade e, principalmente, significativo para o aluno.

Adotamos como modelo no ensino de física a metodologia de ensino baseada nos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento). Com isso, fizemos a aplicação do produto educacional, proposto no trabalho, de forma a inserir os conceitos de associação série e paralelo, a partir da utilização do painel elétrico e também trazemos uma proposta de aplicação de um jogo de cartas, com o objetivo de aprofundar os conhecimentos construídos na sequência de atividades.

Fazendo um breve levantamento do que foi proposto no trabalho, percebemos que, no primeiro momento, com a exposição do painel elétrico e os questionamentos feitos a partir das questões problematizadoras, alguns erros conceituais prévios dos alunos foram identificados. Já no final do segundo momento, onde nos dedicamos a organização do conhecimento, muitos desses erros não existiam mais. E no terceiro momento, onde o aluno teve a oportunidade de aplicar aquilo que foi aprendido, percebemos uma grande participação, todos envolvidos nas atividades e na construção dos circuitos de associação série e paralelo.

Com a utilização de atividades experimentais de Física no Ensino Médio, como propõe o trabalho, percebeu-se que a disciplina de Física, muitas vezes tratada como uma disciplina complexa, de difícil compreensão e pouco atrativa, quando utilizadas as ferramentas que temos a disposição, podia se tornar mais atraente, motivando a aprendizagem dos alunos.

Com este trabalho trazemos esclarecimentos acerca da utilização de atividades experimentais, propondo a experimentação como sendo um dos instrumentos de ensino possíveis de ser aplicado, mostrando assim, uma forma de atenuar a abstração que muitos conteúdos de Física originam. Assim, a questão de utilização de atividades

experimentais, no que diz respeito à prática docente, esteve em pauta durante toda a elaboração dessa dissertação.

Ressaltamos também a importância de se implementar, sempre que possível, um momento lúdico, de descontração. Essa é uma outra ferramenta que o professor pode se apropriar para que torne suas aulas mais dinâmicas, onde o aluno possa expor, discutir e questionar acerca dos conteúdos aprendidos no decorrer das aulas.

O planejamento do trabalho composto por dez aulas foi concebido levando em conta os conceitos de eletrodinâmica, dando ênfase aos circuitos simples de associação série e paralelo. Para isso, foi feita a opção pela construção do painel elétrico com o objetivo de mostrar, na prática, o funcionamento de tais dispositivos, das características de cada associação em uma situação concreta, diminuindo assim o nível de abstração do conteúdo, aproximando um pouco mais da realidade do aluno.

A experimentação, como forma de ensino que faça uma ligação entre o teórico e o cotidiano do aluno, transcende a ótica de que os conteúdos a serem reproduzidos não tenham ligação com a sua realidade, isto é, aspiramos valorizar a visão do conhecimento como um mediador eficaz, capaz de associar a prática com a teoria, a ciência com o cotidiano, e vice-versa. Portanto podemos afirmar que as atividades experimentais, sempre que possível de serem realizadas, serão uma ferramenta de ensino eficaz, principalmente pelo seu potencial de envolvimento dos alunos nas aulas de Física.

Notamos, no decorrer da aplicação do trabalho, algumas dificuldades. Percebemos que, um único painel para explanação do conteúdo foi insuficiente, pois os alunos frequentemente questionavam sobre se poderiam manusear o experimento. Mesmo sendo um ponto que havíamos planejado, é uma questão a ser discutida e avaliada a possibilidade para uma eventual nova aplicação. Outro fator a se destacar é a fonte de alimentação utilizada no trabalho, 220 V. Utilizamos essa tensão para que o aluno tivesse uma experiência, mais próxima possível, da realidade. Entretanto, o manuseio dos alunos com fontes de tensões altas poderia gerar situações de risco e inviabilizar o projeto. Para tanto uma solução para esse problema seria pensar na construção de painéis, no qual a fonte de alimentação seja mais baixa, tornando assim, viável o manuseio do experimento.

Outro ponto que merece destaque, foi o tempo destinado para avaliação, aplicação do jogo de cartas e respostas ao questionário. Alguns alunos acharam insuficiente o tempo proposto no trabalho, o que vale ressaltar que, se necessário for, esse tempo deva ser revisto, ou mesmo, adaptado a realidade de cada escola. Uma sugestão a respeito desse problema, é aplicar essas avaliações, jogos e questionários, quando houver, em um período de contraturno.

No que concerne ao êxito do trabalho, podemos destacar o alto índice de satisfação dos alunos, demonstrados na avaliação qualitativa e também ao alto índice de acertos nas questões da avaliação quantitativa. Podemos perceber no decorrer do trabalho, que os objetivos propostos foram alcançados. Construimos um painel elétrico que serviu como instrumento principal para elaboração da unidade didática, e esta, serviu de norte para que o professor pudesse abordar o conteúdo proposto. Trabalhamos todos os conceitos inerentes a associação série e paralelo por meio da deste painel.

A interação dos alunos com as aulas práticas experimentais foi notável. Acreditamos que foi obtida a aprendizagem dos conceitos de associação série e paralelo. Ressaltamos também que, o trabalho em questão é uma opção para que os professores procurem dinamizar suas aulas e agregarem melhores vias de ensinar física empregando a prática experimental. Assim sendo, esperamos colaborar com o professor para que possa voltar à sala de aula, como instrumento útil, que de alguma maneira seja relevante na aprendizagem dos alunos.

6.1 PERSPECTIVAS FUTURAS

Como perspectiva futura, existe a possibilidade de extensão deste trabalho, atrelar ao painel elétrico um simulador, para uma maior visualização dos conceitos físicos intrínsecos no trabalho. Também existe uma motivação, para uma versão digital do jogo de cartas. Nesta versão o aluno poderia jogar em casa ou em outro ambiente que lhe fosse conveniente e que não fosse a sala de aula.

O jogo também pode ser adaptado para qualquer assunto ou disciplinas, bastando que, nessa nova configuração, possa ser adaptado para os alunos do ensino fundamental, ou qualquer outro nível de ensino. A física, como um todo, pouquíssimas

vezes está presente nesta etapa do ensino básico, o que não impede de se trabalhar algum assunto físico pertinente à esta idade.

7 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. **Atividades experimentais no ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades.** Revista brasileira de ensino de física, vol. 25, n. 2, junho, 2003.

AGUIAR, B.; CORREIA, W.; CAMPOS, F. **Uso da Escala Likert na Análise de Jogos. Simpósio Brasileiro de Games (SBGAMES),** 10., 2011, [s.l.]. Anais... [s.l.], 2011. p. 1-5.

ALVES, V. C; STACHAK, M. **A Importância de Aulas Experimentais no Processo Ensino- Aprendizagem em Física: “Eletricidade”.** Ata: XIV Simpósio Nacional de Ensino de Física.

APPOLINÁRIO, F.; ATLAS, (Ed.) **Dicionário de Metodologia Científica.** São Paulo: Atlas, 2007.

ASTOLFI, J. e DEVELAY, M. **A didática das ciências.** 4 ed. Campinas: Papirus, 1995.

COSTA, E.E.M. **O jogo com regras e a construção do pensamento operatório: um estudo com crianças pré-escolares.** 1991. 229p. Tese (Doutorado em Psicologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

BENITE A. M. C., e BENITE C. R. M.: **O Laboratório Didático no Ensino de Química: Uma experiência no ensino público brasileiro.** Revista Iberoamericana de Educación. N° 48/2 2009.

BONJORNO, CLINTON, EDUARDO PRADO E CASEMIRO. **Física: eletromagnetismo, física moderna, 3º ano – 3.ed – São Paulo : FTD, 2016.**

BORGES, Tarcísio A. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.

BROUGÈRE, G. **Jogo e a Educação.** Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

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

Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais ensino médio, bases legais: linguagens, códigos e suas tecnologias.** Brasília: MEC: SEMTEC, 2000.

CARLOS, J. G.; JÚNIOR, F. N. M.; AZEVEDO H. L.; SANTOS T. P.; TANCREDO B. N. **Análises de Artigos Sobre Atividades Experimentais de Física nas Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência.** VII ENPEC, Florianópolis, novembro, 2009.

CAPECCHI, M.C.M. Aspectos da Cultura Científica em Atividades de Experimentação nas Aulas de Física. Tese (Doutorado). Faculdade de Educação: Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

CARNEIRO, N. L. **A prática docente nas escolas públicas considerando o uso do laboratório de Física**. Monografia – (UECE – Universidade Estadual do Ceará), 2007.

CARVALHO, A. M. P. **Ciências no Ensino Fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.

_____, J. A. Física. São Paulo: Cortez, 1990a.

_____, D. Concepção problematizadora do ensino de ciências na educação formal: relato e análise de uma prática educacional na Guiné **Bissau**. 1982. 227 f. (Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

_____. **Metodologia do ensino de ciências**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1994. 208 p.

GUIMARÃES, Osvaldo. Física ensino médio, Vol. 03, 1ª Ed Editora ática.

LIMA, F. D. A. **As disciplinas de física na concepção dos alunos da rede pública de Fortaleza/CE**. Fortaleza, Universidade Estadual do Ceará, 2011(MONOGRAFIA). Disponível em: http://www.uece.br/fisica/index.php/arquivos/doc_download/pdf (acessado em 22/03/2018, as 12:00 h)

LIMA, José Milton. **O jogo como recurso pedagógico no contexto educacional / José Milton Lima**. – São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 2008 157p.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Elisa Dalmazo Afonso de. Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas. São Paulo: EPU, 1986. Versão digital. Disponível em: <http://www.lite.fae.unicamp.br/papet/2003/ep145/pesq.htm> (acessado em 25/04/2018, as 19:00 h)

OLIVEIRA, D. R. AGUIAR, O. **Ensino de física no nível médio**: Tópicos de física moderna e experimentação. Disponível em Revista Ponto de Vista –Vol.3, 2000.

PENA, F. L. A. **Obstáculos para o uso de experimentação no ensino de Física**: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicadas em periódicos nacionais da área (1971-2006). Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 9, nº 1, 2009.

PIAGET, J. **Psicogênese e a história das ciências**. México: Ed. Século XXI, 1983.

PIMENTA, S. G. **O estágio na formação de professores**: unidade, teoria e prática? 4 ed. São Paulo: Cortez, 2001.

RAMALHO, NICOLAU E TOLEDO. **Os Fundamentos da Física, Vol. 03, 7ª Ed.** Editora Moderna;

ROSITO, B. A. **“O ensino de Ciências e a experimentação”**. In: MORAES, R. **“Construtivismo e ensino de Ciência: reflexões epistemológicas”**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

SILVA, I. M. B.; CASTILHO, W. S. **Experimentação**: uma alternativa para o progresso educacional e desenvolvimento social. In: Anais eletrônicos – 1º Jornada de Iniciação Científica e Extensão do IFTO.

SOUZA, V. F. M.; SASSERON, L. H. **A Importância das Perguntas do Professor em Aulas Investigativas de Física**: Uma Caracterização. XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física- Águas de Lindóia 2010.

SUTTON, S. **Prever e explicando as intenções e comportamento: Como que estamos fazendo?** Journal of Applied Psychology social, 28, 1317-1338 (1998).

VIEIRA, E. C. **Lúdico no ensino médio: uma proposta de jogo de tabuleiro para aprofundamento do conceito de energia mecânica** (dissertação de mestrado) (2015).

Apêndice A

SEQUÊNCIA DE ATIVIDADE

Na sequência de atividades, estão descritos os passos seguidos pelo professor em cada um dos encontros propostos de uma forma bastante detalhada. Na sequência didática, são apresentados os objetivos de cada uma das atividades propostas, além do tempo de duração de cada uma delas.

✓ Aula 1 (Associação em série)

Apresentação do plano de curso, apresentação do painel elétrico que será utilizado na sequência das aulas (ver figura 1 abaixo), com o objetivo de aproximar os conceitos da eletrodinâmica à realidade dos alunos. Na apresentação do painel, o professor irá destacar todos os componentes que constituem o circuito elétrico: interruptor (chave de ligação), fio condutor (por onde a corrente elétrica é conduzida), resistência elétrica (lâmpadas) e fonte de tensão (alimentação do circuito). O professor deve dispor a sala de maneira que todos os alunos possam ter boa visão do painel, a fim de que seja garantida observação dos fenômenos por todos os alunos da sala.

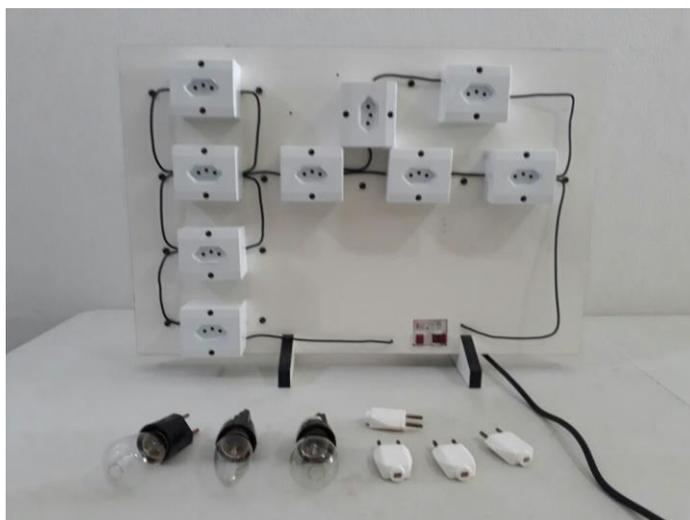


Figura 1: Painel elétrico e materiais para a montagem dos circuitos.
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Será apresentado aos alunos o painel elétrico com uma montagem na qual está presente apenas uma lâmpada ligada; o professor deverá fazer as medições de corrente tensão e resistência, com o auxílio do multímetro e pedir para que os alunos observem o brilho nessa lâmpada (ver figura 2 abaixo). Em seguida o professor

deverá acrescentar mais uma lâmpada (de potência diferente) associada em série com a primeira (ver figura 3).

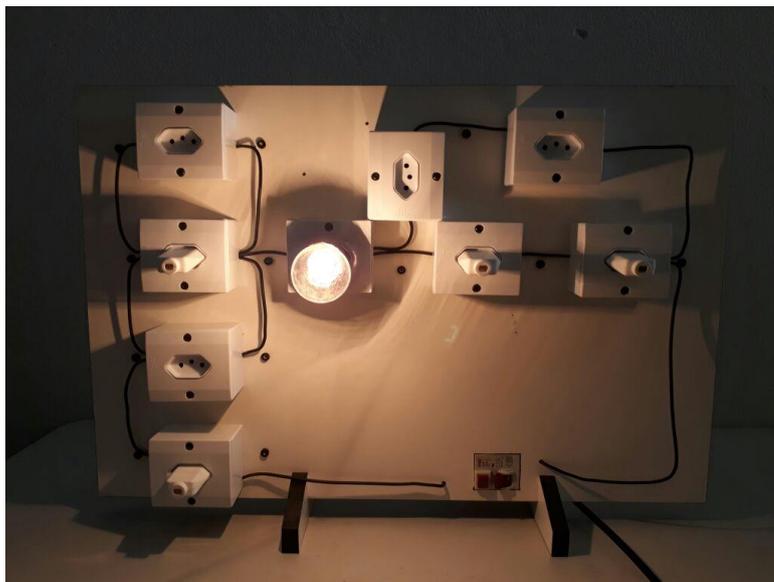


Figura 2: Painel elétrico com montagem para circuito em série com uma lâmpada
Fonte: Arquivo pessoal do autor.



Figura 3: Painel elétrico com montagem para circuito em série com duas lâmpadas
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

O docente deve medir, com o auxílio do multímetro, os valores de tensão e resistência nas duas lâmpadas associadas e pedir para que os alunos observem e anotem o que acontece com o brilho das lâmpadas, em seguida, o professor repetirá o processo, agora associando a terceira lâmpada de potência igual a primeira (ver figura 4). O professor deve realizar as medidas de resistência na lâmpada a ser acrescentada, em seguida medir a corrente em diversos pontos do circuito, com o

intuito de ver o comportamento nesse tipo de associação. Em seguida medir a tensão no qual a lâmpada associada está submetida e também a tensão na associação e comparar com a tensão fornecida pela fonte. Pedir para que os alunos vejam e anotem o que acontece com os brilhos das lâmpadas.



Figura 4: Painel elétrico com montagem para circuito em série com três lâmpadas.
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Nesse momento, o professor deverá retirar uma das lâmpadas da associação e pedir aos alunos que observemos fenômeno e façam suas próprias anotações. Por fim, depois de ter feito todas essas observações, o professor trará cinco questões problematizadoras, que servirão de base para a sequência das aulas.

Questão 1: *Como calcular a resistência equivalente do circuito em série?*

Questão 2: *Qual lâmpada apresentará o maior brilho?*

Questão 3: *Por que ao desconectarmos uma das lâmpadas do circuito, as demais se apagam?*

Questão 4: *A ordem das lâmpadas influenciará em seus brilhos?*

Questão 5: *Como a corrente elétrica se comporta nesse tipo de circuito?*

As cinco questões propostas deverão ser respondidas pelos alunos e entregues ao professor para que o mesmo possa sistematizá-las e analisá-las. As respostas serão utilizadas na construção do conhecimento sobre circuito com associação em série, por meio de uma sistematização dos conteúdos discutidos. O professor deverá, a partir de agora, organizar o conhecimento dos alunos.

✓ Aula 2 (Organização do conhecimento)

O professor iniciará o encontro com a sistematização do que foi discutido no encontro anterior. Nesse encontro, os alunos serão levados a interagirem com seus conhecimentos prévios. Portanto, deverão ser retomados e discutidos com os alunos os questionamentos realizados na problematização inicial. Serão mostrados os componentes que constituem os tipos de circuitos elétricos (fonte, chave, fio condutor e resistência) juntamente com os seus princípios de funcionamento para que o conceito de circuito série seja inserido. O painel elétrico será desmontado e as partes constituintes apresentadas, onde todos terão contato direto com os mesmos.

✓ Aula 3

Nesse encontro, serão discutidos todos os conceitos e características associadas ao circuito série. Fazendo uso do quadro branco, o professor apresentará um esquema de um circuito em série, proposto na figura 5, e definirá a resistência equivalente nesse tipo de circuito. Definições, conceitos, relações e leis serão agora aprofundadas e apresentadas aos discentes por meio de slides desenvolvidos pelo professor, onde os alunos poderão identificar e aplicar o que foi estudado em situações e aparelhos do seu cotidiano.

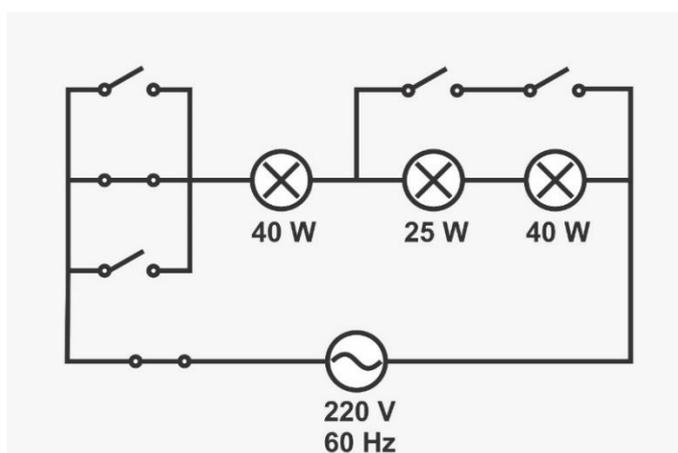


Figura 5: Figura esquemática do painel elétrico para o circuito série.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Em seguida o professor deverá mostrar como se comporta a tensão elétrica no circuito série. Deve ser destacado para os alunos que esse tipo de circuito se caracteriza por ser um circuito divisor de tensão, onde a tensão total será as somas das tensões em cada lâmpada, retomando o que foi observado nas medições

realizadas na aula 1. Seguindo os passos, o professor deverá demonstrar aos alunos que a corrente elétrica que atravessa o circuito em série é a mesma, ou seja, não se divide. Essa característica é que faz com que, quando desconectamos uma das lâmpadas do circuito, as demais se apagam, visto que, o caminho feito pela corrente elétrica é interrompido (tornando o circuito aberto). Dessa forma, não há passagem de corrente. Então o professor deverá mostrar aos alunos que a corrente elétrica que percorre todo o circuito tem mesma intensidade.

Feito isso, o professor deverá discutir com os alunos sobre os brilhos das lâmpadas (por que as lâmpadas apresentaram brilhos diferentes?). Neste momento, é importante retomar os conceitos de potência elétrica e de circuito em série. O docente deve enfatizar que o circuito série apresenta uma única corrente elétrica por oferecer um único caminho para a passagem da mesma. No entanto, cada lâmpada terá uma queda de tensão diferente. Desta forma, a tensão total de entrada se divide por todos os elementos conectados no circuito e, cada lâmpada receberá uma parcela de tensão, dependendo do valor de sua resistência. Por isso, a ordem das lâmpadas não influencia nos seus respectivos brilhos, mas sim as suas resistências internas. Por fim, o professor fará a utilização do painel elétrico para demonstrar aos alunos o funcionamento do curto-circuito. Deverá ser realizada uma simulação de um curto-circuito com o objetivo de alertar os alunos o perigo causado por esse tipo de conexão (ver figuras 6 e 7).



Figura 6: Painel elétrico com a montagem do circuito em série.

Fonte: Arquivo pessoal do autor.

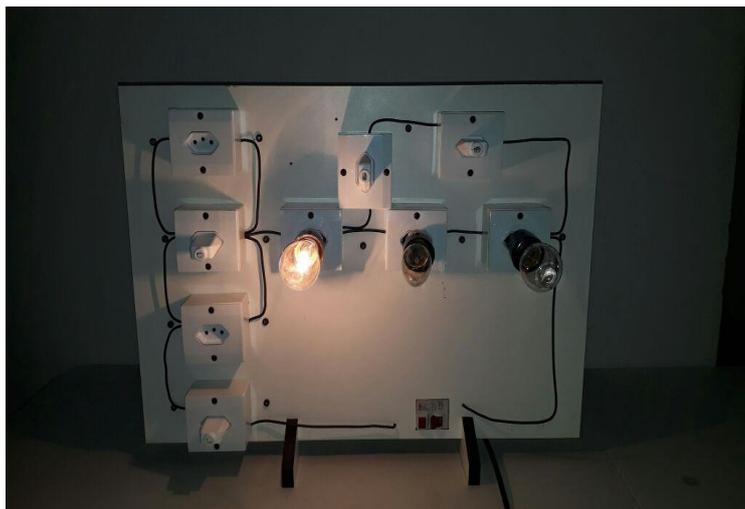


Figura 7: Pannel elétrico em curto-circuito.
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

A figura 7 mostra o curto-circuito (nas lâmpadas 2 e 3). Após o ocorrido, nota-se que a corrente percorre o caminho de menor resistência. Neste momento, o professor deverá comentar sobre os perigos de um circuito mal dimensionado, do cuidado que se deve ter ao trabalhar com energia elétrica e o valor máximo de corrente que o corpo humano suporta, em torno de 3mA, antes de sofrer qualquer tipo de anormalidade provocada pelo contato com a corrente elétrica. Em seguida, o professor irá comparar este valor máximo de corrente, que o corpo humano suporta, com o valor de corrente medido no circuito e salientar ao aluno a importância de extrema atenção ao trabalhar com eletricidade.

✓ **Aula 4 (Aplicação do Conhecimento)**

No início do quarto encontro serão formuladas as respostas para as questões apresentadas na problematização inicial. Diante de tudo que foi exposto, o professor deverá instigar os alunos a responderem novamente as questões propostas anteriormente, verificar os erros que eventualmente acontecerem e saná-los.

Para o auxílio da formulação das respostas das questões, o professor poderá repetir algum procedimento feito anteriormente para que o aluno possa visualizar o fenômeno novamente e, assim, construir o conhecimento a partir do uso do pannel elétrico. Em seguida, o professor dividirá a turma em grupos de quatro alunos e trará um kit contendo uma bateria de 9V, três leds (do inglês Light Emitting Diode), e fio

condutor apropriado, para que os alunos possam construir um circuito em série como visto nas aulas anteriores. Disponibilizar um multímetro para cada grupo para que eles possam efetuar as medições de resistência em cada led, de corrente em diversos pontos do circuito e verificar a tensão na bateria, verificar a tensão em cada led associado e comparar com o valor obtido para a bateria. O docente atuará como mediador e motivador para esclarecer as dúvidas que possam aparecer sobre as construções e para que os alunos possam resolver os problemas que surgem ao longo das montagens.

✓ **Aula 5 (Associação em paralelo)**

Os próximos encontros serão destinados a associação de resistores em paralelo.

Problematização Inicial

No quinto encontro será apresentado aos alunos o painel elétrico com uma montagem na qual terá apenas uma lâmpada ligada. O professor deverá fazer as medições de corrente tensão, resistência e pedir para que os alunos observem o brilho nessa lâmpada (ver figura 9).

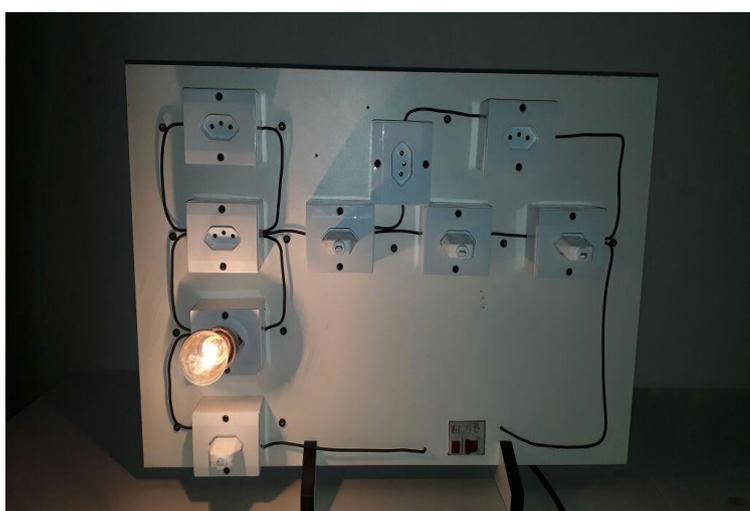


Figura 8: Painel elétrico com montagem para circuito em paralelo com uma lâmpada
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Em seguida, o professor deverá conectar outra lâmpada (de potência diferente) de maneira que esta fique ligada em paralelo com a primeira (ver figura 9). O docente deve repetir os procedimentos de medidas de resistência na lâmpada que será

associada, tensão elétrica da fonte e de cada lâmpada associada, em seguida medir a tensão na associação e por fim, fazer a medição de corrente em diversos pontos do circuito, afim de verificar o comportamento da corrente nesse tipo de circuito. Pedir que os alunos observem e façam as anotações que julgarem necessárias. O professor deverá chamar a atenção dos alunos para os brilhos das lâmpadas.

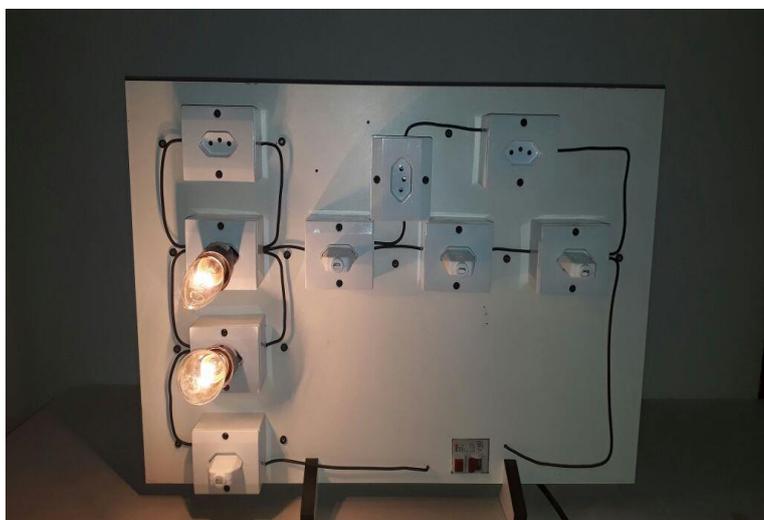


Figura 9: Painel elétrico com montagem para circuito em paralelo com duas lâmpadas
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

Feito isso, o docente deverá conectar a terceira lâmpada no circuito (também em paralelo). Esta lâmpada deverá ter a mesma potência da primeira (ver figura 10).



Figura 10: Painel elétrico com montagem para circuito em paralelo com três lâmpadas
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

O professor novamente realizará os procedimentos de medidas (resistência, tensão e corrente), repetindo sempre o mesmo processo. Inicialmente verificar os

valores em cada lâmpada separadamente e em seguida na associação. pedir que os alunos observem o que acontece e em seguida façam as notações. Nesse momento, o professor deverá retirar uma das lâmpadas da associação, pedir que os alunos observem o fenômeno e façam as suas anotações. E finalizando esse momento, depois de ter feito todas essas observações, o professor trará cinco questões problematizadoras, que servirão de base para a sequência das aulas. Esse procedimento servirá para que o docente possa instigar nos alunos uma comparação entre os dois tipos de circuitos, em série, já visto anteriormente, e em paralelo.

- **Questão 1:** *Como calcular a resistência equivalente do circuito em paralelo?*
- **Questão 2:** *Qual lâmpada apresentará o maior brilho?*
- **Questão 3:** *Por que ao desconectarmos uma das lâmpadas do circuito, as demais não se apagam?*
- **Questão 4:** *A ordem das lâmpadas influenciará em seus brilhos?*
- **Questão 5:** *Como a corrente elétrica se comporta nesse tipo de circuito?*

As cinco questões propostas deverão ser respondidas pelos alunos e entregues ao professor, para que o mesmo possa sistematizá-las e analisá-las. As respostas serão utilizadas na construção do conhecimento sobre circuito paralelo, por meio de uma sistematização dos conteúdos discutidos. O professor deverá, a partir de agora, organizar o conhecimento dos alunos acerca do circuito estudado.

✓ **Aula 6**

Este encontro será destinado a organização do conhecimento dos alunos. Nesse encontro, os alunos serão levados a interagirem com seus conhecimentos prévios. Ao questionar-se sobre a aplicação do circuito em paralelo, um exemplo a ser abordado com os alunos é o uso deste circuito nas ligações elétricas de uma residência. Nesse momento, deverá ser dito aos alunos que esse tipo de ligação é mais comum ao seu cotidiano, ou seja, a ligação em paralelo é apresentada em diversas ocasiões, como por exemplo, nas ligações prediais.

✓ **Aula 7**

Nesse encontro, serão trabalhados os conceitos e características associadas ao circuito paralelo. O professor deverá trazer um desenho esquemático do circuito (Figura 11).

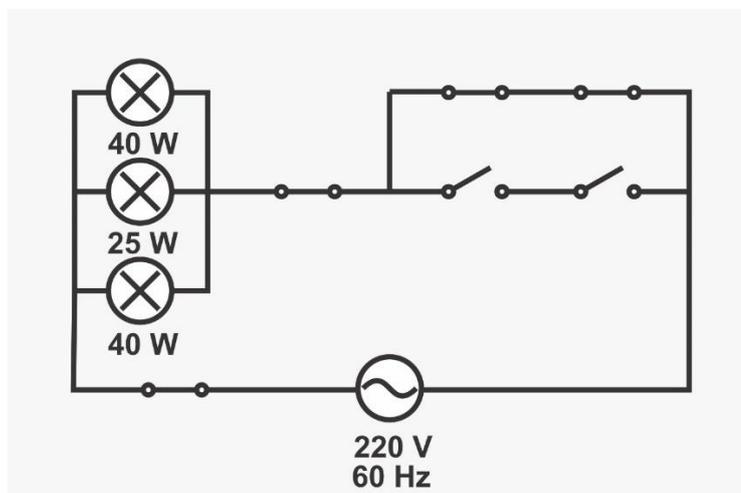


Figura 11: Representação esquemática do painel elétrico para o circuito paralelo.
Fonte: Elaborada pelo autor.

O docente deverá enfatizar aos alunos que o circuito em paralelo se caracteriza pela disposição dos equipamentos (resistores), que compõem o circuito, interligados diretamente do polo positivo ao negativo da fonte de tensão que alimenta o circuito, como foi apresentado na Figura 12. Os pontos comuns estão marcados na figura e especificados pelas letras *a* e *b* entre os resistores do circuito.

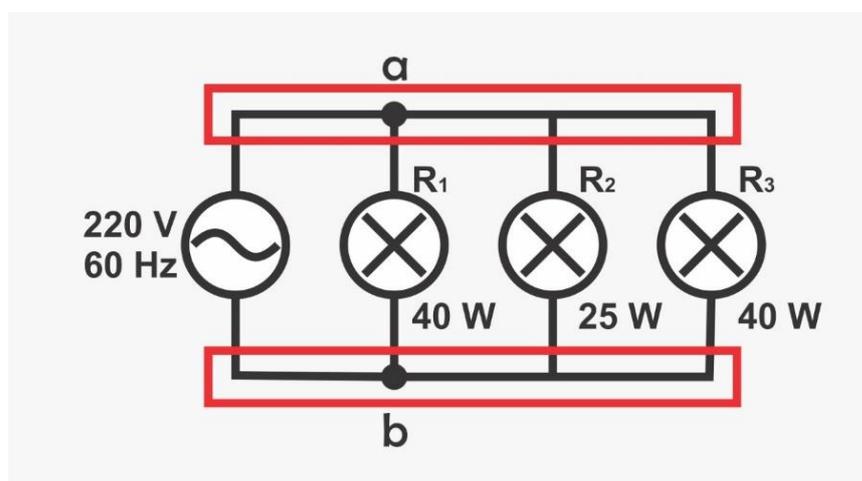


Figura 12: Demonstração do ponto comum de interligação no circuito paralelo.
Fonte: Elaborada pelo autor.

Por esse motivo, todas as lâmpadas do circuito recebem a mesma tensão fornecida pela fonte, apresentando uma diferença no rendimento em relação ao circuito em série. No circuito em paralelo, as lâmpadas que foram dispostas dessa forma apresentam uma maior luminosidade em relação às lâmpadas que foram dispostas em série. Isso se deve ao fato de que, no circuito em série, a tensão fornecida pela fonte se divide por todos os equipamentos, enquanto que, no circuito em paralelo, todos os equipamentos apresentam a mesma tensão da fonte, ou seja, esse circuito se caracteriza por ser um circuito divisor de corrente (Figura 13).

Neste momento, o professor deverá demonstrar a expressão matemática de simplificação do circuito em paralelo para um circuito simples, pois quando interligamos as resistências em paralelo, a resistência equivalente final do circuito será menor que no circuito em série. O docente de mostrar aos alunos que, com a divisão da corrente no circuito, as lâmpadas apresentarão uma maior luminosidade se comparada ao circuito em série.

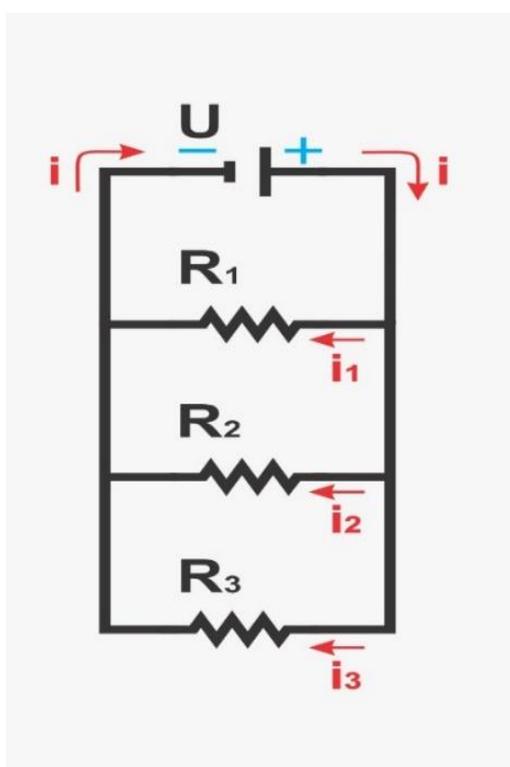


Figura 13: Representação esquemática do circuito em paralelo
Fonte: Elaborada pelo autor.

Portanto, verificamos que as tensões são iguais. Podemos verificar também que a corrente no resistor equivalente é igual à soma das correntes dos resistores:

$$U = U_1 = U_2 = U_{3...} = U_n, (1)$$

$$i = i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_n. (2)$$

Aplicando a relação matemática entre corrente, tensão e resistência elétrica ($i = U / R$) na equação acima, o docente deverá demonstrar a equação para resistência equivalente (R_{eq}) no circuito em paralelo:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}. (3)$$

O docente deve mostrar o circuito simplificado depois de calculada a resistência equivalente (ver figura 14). E finalmente, o docente deverá mostrar aos alunos que quando se trabalha com apenas dois resistores em paralelo, podemos utilizar a equação abaixo:

$$R_{eq} = \frac{(R_1 \cdot R_2)}{(R_1 + R_2)}.$$

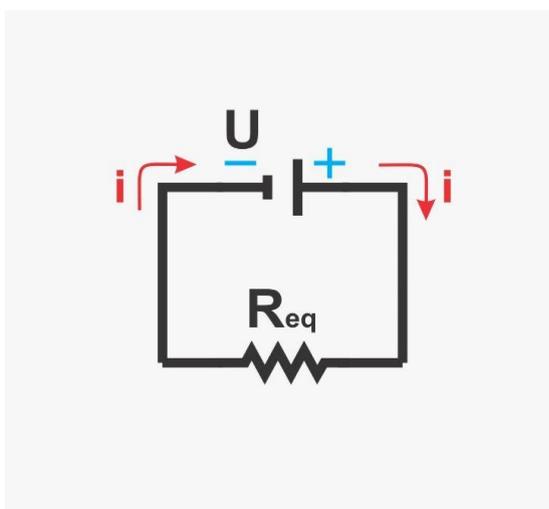


Figura 14: Representação esquemática do circuito em paralelo reduzido.

Fonte: Elaborada pelo autor.

O docente deverá destacar para os alunos que, em uma associação em paralelo de resistores, as tensões em todos os resistores são iguais, e a soma das correntes que atravessam os resistores é igual a corrente elétrica do resistor

equivalente. Nos resistores em série, se somavam as tensões elétricas dos resistores, agora o que se somam são as suas correntes elétricas. O professor deve mostrar que a resistência equivalente de uma associação em paralelo sempre será menor que o resistor de menor resistência da associação.

O professor deve, a partir representações matemáticas, reforçar que esse tipo de circuito paralelo se caracteriza por ser um circuito divisor de corrente. O docente deve questionar os alunos a respeito do valor da corrente para cada lâmpada e o porquê da ocorrência desta divisão. Ele deve explicar que quanto menor a resistência, menor será o impedimento para a passagem da corrente elétrica. Os alunos serão lembrados de que a corrente sempre irá buscar percorrer caminhos em que encontre maior facilidade, por isso a lâmpada de menor resistência apresentará a maior corrente e dissipará a maior potência elétrica, conforme foi discutido.

Além disso, outra comprovação que devemos observar com o aluno é que em um circuito resistivo em paralelo, quanto maior o resistor, menor a potência elétrica, questão que deve ser argumentada e discutida com os alunos no decorrer da análise do circuito em paralelo.

✓ **Aula 8**

No início do oitavo encontro, serão formuladas as respostas para as questões apresentadas na problematização inicial. Diante de tudo que foi exposto, o professor deverá instigar os alunos a responderem novamente as questões propostas anteriormente, verificar os erros que eventualmente acontecerem e saná-los.

Para o auxílio da formulação das respostas das questões, o professor poderá repetir algum procedimento feito anteriormente para que o aluno possa visualizar o fenômeno novamente, e assim, construir o conhecimento a partir do uso do painel elétrico. Em seguida, o professor dividirá a turma em grupos de quatro alunos e trará um kit contendo uma bateria de 9V, quatro LEDs, e fio condutor apropriado, para que os alunos possam construir um circuito em paralelo como visto nas aulas anteriores. Será disponibilizado um multímetro para cada grupo a fim de que eles possam efetuar as medições de resistência, tensão e corrente em cada LED separadamente e em

seguida na associação, (acorrente deverá ser medida em vários pontos do circuito). O professor atuará como mediador e motivador para esclarecer as dúvidas que possam aparecer sobre as construções e para que os alunos possam resolver eventuais problemas que surgirem ao longo das montagens.

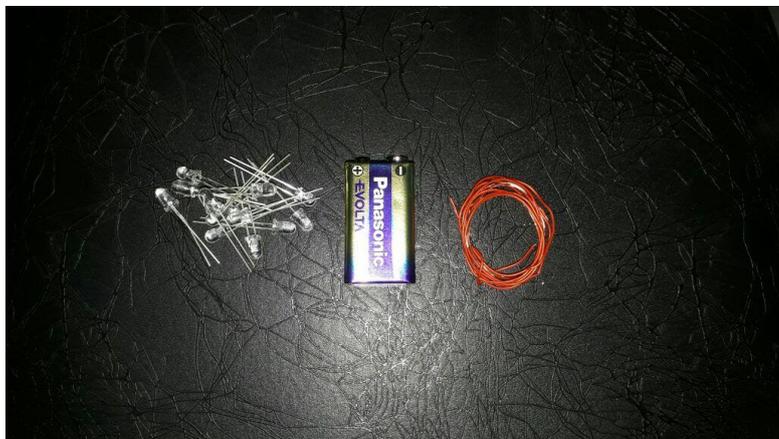


Figura 15: Kit experimental para produção do circuito paralelo.
Fonte: Arquivo pessoal do autor.

✓ Aula 9

Este momento é destinado a parte lúdica da sequência didática. O professor deverá dividir a turma em equipes de quatro alunos. Ele deverá trazer (produzir) um jogo de cartas (perguntas e respostas) como é mostrado na figura 16 abaixo.

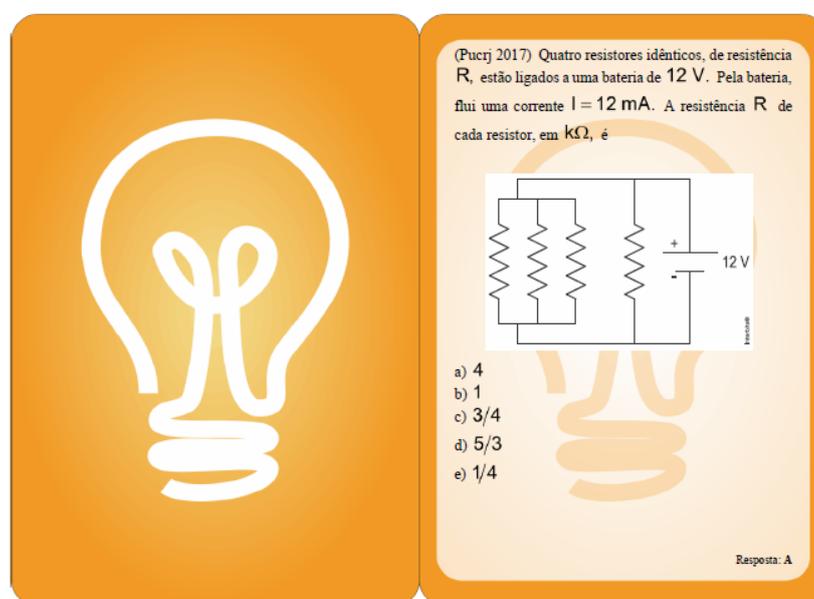


Figura 17: exemplo da carta que será utilizada no momento lúdico.
Fonte: Elaborada pelo autor:

A critério de sorteio, as equipes deverão se enfrentar duas a duas. Cada equipe deverá puxar três cartas, onde constará questionamentos sobre o assunto estudado. As perguntas que constarem nas cartas de uma equipe deverá ser feita para a equipe concorrente. Passam para a disputa final as equipes que nessa fase apresentarem maior aproveitamento. O processo deverá ser repetido na fase seguinte, onde a sala conhecerá a equipe vencedora.

Aula 10:

Este momento será destinado a avaliação. O professor deverá formular algumas questões sobre o conteúdo abordado ou mesmo utilizar questões que envolvam o assunto, para que se possa avaliar com base no que foi visto. Deve ser distribuída uma cópia para cada aluno e determinado o tempo disponível para as respostas.

No fim do último encontro, o professor deverá entregar uma pesquisa de satisfação com o objetivo de avaliar o produto educacional, como sugerido em anexo. O questionário respondido deverá ser entregue em encontro posterior.

APÊNDICE B

SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS

➤ Aula 1:

- Apresentação do plano de curso;
- Apresentação do painel elétrico;
- Aproximar os conceitos de circuito série ao cotidiano dos alunos;
- Disposição da sala em semicírculo para que todos possam ter boa visão do painel elétrico.

Objetivo: Motivar os alunos à compreensão da importância do tema no seu próprio cotidiano e no ensino da Física.

Tempo de duração: 20 minutos.

- Problematização inicial e respostas, no papel, das questões propostas na problematização voltadas para circuito série.

Objetivo: Fazer com que os alunos possam expor o que pensam sobre as questões levantadas pelo professor, a fim de que, mais adiante, os mesmos possam confrontar as suas ideias iniciais com os conceitos de circuitos série.

Tempo de duração: 30 minutos.

➤ **Aula 2:**

- Sistematização das respostas dos alunos acerca do que foi proposto.

Objetivo: Construir, a partir das respostas dos discentes, novos conhecimentos sobre o assunto, reconhecer a organização do conhecimento promovida pelo aluno a partir dos questionamentos e aproximar do cotidiano do aluno o conceito de circuito série exemplificando através de modelos próximo a sua realidade.

Tempo de duração: 20 minutos.

- Disponibilização do painel elétrico para o conhecimento das partes constituintes de um circuito série.

Objetivo: Identificar, conhecer, discutir sobre os elementos básicos que constituem um circuito série.

Tempo de duração: 30 minutos.

➤ **Aula 3:**

- Exposição dos conceitos relacionados ao circuito série.

Objetivo: Construir nos alunos a fundamentação teórica acerca do circuito série, necessária para a aprendizagem do assunto abordado.

Tempo de duração: 50 minutos.

➤ **Aula 4:**

- Formulação das respostas para as questões apresentadas na problematização inicial.

Objetivo: Despertar o interesse dos discentes para que os mesmos possam formular respostas e motivá-los a aplicarem os conhecimentos adquiridos.

Tempo de duração: 15 minutos.

- Divisão da sala em grupos.
- Orientação e suporte para a construção dos circuitos em série.

Objetivo: Estimular o trabalho em equipe, promover a autonomia dos alunos e orientar em possíveis equívocos que eventualmente acontecerem.

Tempo de duração: 35 minutos.

➤ **Aula 5:**

- Apresentação do painel elétrico com montagem para circuito paralelo;
- Aproximar os conceitos de circuito paralelo ao cotidiano dos alunos;
- Disposição da sala em semicírculo para que todos possam ter boa visão do painel elétrico.

Objetivo: Motivar os alunos à compreensão da importância do tema no seu próprio cotidiano e no ensino da Física.

Tempo de duração: 20 minutos.

- Problematização inicial e respostas, no papel, das questões propostas na problematização voltadas para circuito paralelo.

Objetivo: Fazer com que os alunos possam expor o que pensam sobre as questões levantadas pelo professor, afim de que, mais adiante, os mesmos possam confrontar as suas ideias iniciais com os conceitos de circuitos paralelo.

Tempo de duração: 30 minutos.

➤ **Aula 6:**

- Sistematização das respostas dos alunos acerca do que foi proposto.

Objetivo: Construir, a partir das respostas dos discentes, novos conhecimentos sobre o assunto, reconhecer a organização do conhecimento promovida pelo aluno a partir dos questionamentos e aproximar do cotidiano do aluno o conceito de circuito paralelo exemplificando através de modelos próximo a sua realidade.

Tempo de duração: 20 minutos.

- Disponibilização do painel elétrico para o conhecimento das partes constituintes de um circuito paralelo.

Objetivo: Identificar, conhecer, discutir sobre os elementos básicos que constituem um circuito paralelo, mostrar aos alunos que as partes constituintes dos circuitos são as mesmas (série e paralelo) e, que a diferença, entre um circuito e outro, está na disposição dos dispositivos.

Tempo de duração: 30 minutos.

➤ **Aula 7:**

- Exposição dos conceitos relacionados ao circuito paralelo.

Objetivo: Construir nos alunos a fundamentação teórica acerca do circuito paralelo, necessária para a aprendizagem do assunto abordado.

Tempo de duração: 50 minutos.

➤ **Aula 8:**

- Formulação das respostas para as questões apresentadas na problematização inicial.

Objetivo: Despertar o interesse dos discentes para que os mesmos possam formular respostas e motivá-los a aplicarem os conhecimentos adquiridos.

Tempo de duração: 15 minutos.

- Divisão da sala em grupos.
- Orientação e suporte para a construção dos circuitos em paralelo.

Objetivo: Estimular o trabalho em equipe, promover a autonomia dos alunos e orientar em possíveis equívocos que eventualmente acontecerem.

Tempo de duração: 35 minutos.

➤ **Aula 9:**

- Aplicação do jogo de cartas.

Objetivo: Inserir um momento lúdico no ensino, fazendo com que os alunos possam desfrutar de mais uma ferramenta que possa auxiliá-los no processo de aprendizagem.

Tempo de duração: 50 minutos.

➤ **Aula 10:**

- Avaliação do processo de aprendizagem.

Objetivo: Avaliar o processo de aprendizagem através da aplicação de um questionário, produzido pelo professor, contendo perguntas acerca do tema abordado.

Tempo de duração: 50 minutos.

ANEXO

Avaliação quantitativa

 <p>EETI José Augusto Ensino Médio em Tempo Integral</p>	ESCOLA ESTADUAL EM TEMPO INTEGRAL – JOSÉ AUGUSTO			 <p>GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE Secretaria da Educação e da Cultura - SEEC</p>
	Ano: 3ª	Turma: "A"	2º Bimestre	
	<u>Valor</u> : 5,0	<u>Disciplina</u> : Física	<u>Professor</u> : José Augusto	
	Aluno(a):			
NOTA DA AVALIAÇÃO <hr style="width: 100%;"/>	INSTRUÇÕES			
<ol style="list-style-type: none"> 1. Leia com atenção todos os enunciados e observe o que se pede. 2. NÃO é permitido o uso de corretivo (caso seja usado, a questão será anulada). 3. NÃO é permitido o empréstimo de material (lápis, régua, borracha, etc.) durante ou após a aplicação das provas. 4. Os cálculos devem ser feitos na prova e NÃO é permitido o uso de calculadora. 5. A prova deve ser resolvida com caneta esferográfica AZUL ou PRETA. 				

1. Com relação à associação de resistores em série, indique a alternativa **incorreta**:

- a) A resistência equivalente à associação é sempre maior que a de qualquer um dos resistores componentes.
- b) A intensidade de corrente elétrica é igual em todos os resistores.
- c) A soma das tensões nos terminais dos resistores componentes é igual à tensão nos terminais da associação.
- d) A tensão é necessariamente a mesma em todos os resistores.
- e) A potência elétrica dissipada é maior no resistor de maior resistência.

2. Com relação à associação de resistores em paralelo, indique a alternativa **incorreta**.

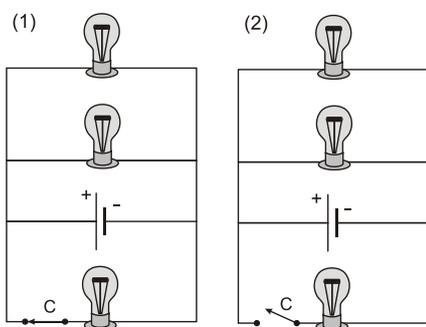
- a) A resistência equivalente à associação é sempre menor que a de qualquer um dos resistores componentes.
- b) As intensidades de corrente elétrica nos resistores componentes são inversamente proporcionais às resistências desses resistores.
- c) A tensão é necessariamente igual em todos os resistores componentes.
- d) A resistência equivalente à associação é sempre dada pelo quociente do produto de todas as resistências componentes pela soma delas.
- e) A potência elétrica dissipada é maior no resistor de menor resistência.

3. Em duas lâmpadas de incandescência **A** e **B** encontramos, respectivamente, as seguintes inscrições: 60 W–115 V e 100 W–115 V. Essas lâmpadas são associadas em série e os terminais

da associação são ligados a uma tomada de 115 V. Qual delas iluminará melhor, comparativamente? E se estivessem associadas em paralelo, qual iluminaria melhor?

- Quando são ligadas em série (mesmo U), a lâmpada **A** ilumina melhor e quando são ligadas em paralelo (mesmo i), a lâmpada **B** ilumina melhor. Nesse caso, operam de acordo com os valores nominais.
- Quando são ligadas em série (mesmo i), a lâmpada **B** ilumina melhor e quando são ligadas em paralelo (mesmo U), a lâmpada **A** ilumina melhor. Nesse caso, operam de acordo com os valores nominais.
- Quando são ligadas em série (mesmo i), a lâmpada **A** ilumina melhor e quando são ligadas em paralelo (mesmo U), a lâmpada **B** ilumina melhor. Nesse caso, operam de acordo com os valores nominais.
- Terão o mesmo brilho em ambas as situações.
- As lâmpadas não acenderão se estiverem associadas.

4. (Ufrgs 2014) Considere o circuito formado por três lâmpadas idênticas ligadas em paralelo à bateria, conforme representa a figura (1).



Como a chave C foi aberta na figura (2), considere as afirmações abaixo sobre a figura (2), em comparação à situação descrita na figura (1).

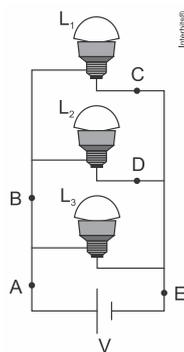
- A potência fornecida pela bateria é a mesma.
- A diferença de potencial aplicada a cada lâmpada acesa é a mesma.
- As correntes elétricas que percorrem as lâmpadas acesas são menores.

Quais estão corretas?

- Apenas II.
- Apenas III.
- Apenas I e II.
- Apenas I e III.
- I, II e III.

5. (Enem 2016) Três lâmpadas idênticas foram ligadas no circuito esquematizado. A bateria apresenta resistência interna desprezível, e os fios possuem resistência nula. Um técnico fez uma análise do circuito para prever a corrente elétrica nos pontos: A, B, C, D e E; e rotulou essas

correntes de I_A , I_B , I_C , I_D e I_E , respectivamente.



O técnico concluiu que as correntes que apresentam o mesmo valor são

- a) $I_A = I_E$ e $I_C = I_D$.
- b) $I_A = I_B = I_E$ e $I_C = I_D$.
- c) $I_A = I_B$, apenas.
- d) $I_A = I_B = I_E$, apenas.
- e) $I_C = I_B$, apenas.



Pesquisa de satisfação do Produto Educacional

➤ Lista de Referência

Excelente	10-9
Bom	8-7
Regular	6-5
Ruim	4-3
Péssimo	2-1

Obs. Faça a sua avaliação marcando com um X cada item abaixo.

➤ Atividades Experimentais

Avaliação sobre a utilização de atividades experimentais como recursos didáticos no ensino de Física.	Excelente	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
1. Promove métodos de pensamento científico e de senso comum.					
2. Desenvolve habilidades de manuseio experimental.					
3. Instiga a observação e o registro cuidadoso dos dados.					
4. Enfatiza a compreensão de conceitos e a aplicação destes em situações concretas.					
5. Relaciona a teoria com a prática, promovendo sua compreensão.					
6. Pratica a resolução de problemas através da experimentação.					
7. Constatam fatos e princípios estudados anteriormente.					

8. Motiva e mantém o interesse no conteúdo explanado.					
9. Avalia a eficácia de aulas experimentais no processo de aprendizagem.					
10. Tornam os fenômenos físicos mais reais por meio da experiência.					

➤ **Painel Elétrico**

Avaliação do recurso didático (aparato experimental) – Painel Elétrico	Excelente	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
1. Como você avalia a qualidade desse recurso didático?					
2. Qual a sua opinião em relação a estrutura do painel elétrico?					
3. Em relação ao manuseio do painel elétrico, como você avalia?					
4. Como você considera a aplicabilidade do painel elétrico para a compreensão dos circuitos série e paralelo?					
5. Os conceitos de circuito divisor de corrente e divisor de tensão ficaram bem evidenciados nesse recurso didático?					
6. Você avalia que esse aparato alcançou o objetivo de trabalhar os conceitos presentes nos					

circuitos simples (série e paralelo)?					
7. Como você avalia a relação existente entre o painel elétrico e o seu cotidiano?					

➤ **Jogo de Cartas**

Avaliação do recurso didático – Jogo de cartas eletrodinâmico.	Excelente	Bom	Regular	Ruim	Péssimo
1. Como você avalia a qualidade desse recurso didático?					
2. Qual a sua opinião em relação a utilização desse recurso?					
3. Na sua avaliação, qual o nível de importância desse recurso para a aprendizagem do tema?					
4. Qual o nível de motivação a aprender o conteúdo visto em sala, usando o Jogo de cartas eletrodinâmico?					
5. Como você considera o aprofundamento da aprendizagem sobre o tema, com a utilização desse recurso?					

