

PONTE DE WHEATSTONE: UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL PARA O ENSINO DA ELETRODINÂMICA

Vanessa Karla de Medeiros¹
Emerson Soares da Silva²
Ana Maria da Silva³

RESUMO

Diante das dificuldades encontradas no ensino de Física, o presente artigo busca apresentar como a utilização de experimentos pode facilitar no ensino da eletrodinâmica, a qual os estudantes possuem grandes dificuldades. Levando em consideração que o uso desta ferramenta vem se propagando cada vez mais, visou-se destacar um modo eficaz de aplicabilidade. Foi entregue um pré-teste antes da atividade experimental e outro logo após ela, através de gráficos e do ganho de Hake analisou-se estes testes. Por meio das análises feitas, percebeu-se que a atividade experimental facilitou na compreensão do conteúdo de circuitos elétricos e brilho das lâmpadas, os quais deixaram de ser algo tão abstrato, podendo ser visualizado pelos discentes, onde a teoria pôde ser enxergue por meio da prática.

Palavras-chave: Experimentos, Atividade experimental, Ensino de Física, Ponte de Wheatstone.

INTRODUÇÃO

Ao enxergar a dificuldade dos discentes com as disciplinas, alguns professores procuram trazer algo dinamizador para sua classe, principalmente nas aulas de Física, a qual na visão de muitos alunos é algo impossível de se aprender. A área da eletrodinâmica é uma das quais eles possuem maiores dificuldades, essencialmente quando se trata de circuitos elétricos. E é a partir dessa problematização que se pensou na Ponte de Wheatstone (Figura 1) - um tipo de circuito elétrico, onde é possível descobrir uma resistência desconhecida fazendo variar uma das três outras resistências conhecidas. O aparato experimental desenvolvido (Figura 2), contém cinco lâmpadas, quando a lâmpada do ramo central não se acende significa que não há passagem de corrente elétrica no ramo em que esta se encontra, assim a Ponte está em equilíbrio e, portanto, o produto das resistências dos ramos opostos é igual, matematicamente:

¹ Graduanda do Curso Física Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, karllamedeyros@gmail.com;

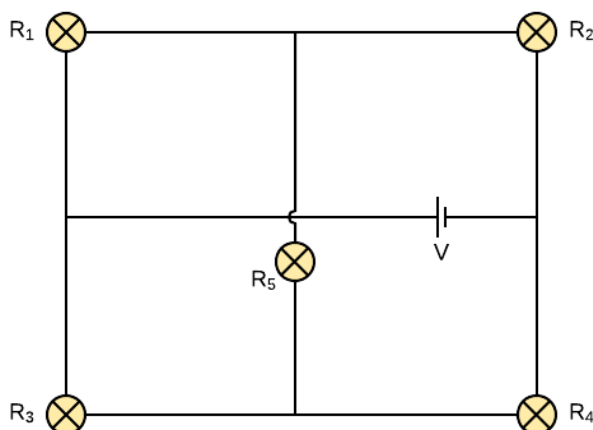
² Graduando do Curso Física Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, emersonsoares010@hotmail.com;

³ Graduanda do Curso Física Licenciatura da Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, annahsilva1@gmail.com;

$$R_1 R_3 = R_2 R_4 \quad (1)$$

conhecendo por exemplo, R_1, R_3 e R_4 , podemos usar a equação 1 para encontrar R_2 .

Figura 1- Esquema representativo da Ponte de Wheatstone



Fonte: autor

Além na análise experimental do equilíbrio e não equilíbrio da ponte, analisou-se também o brilho das lâmpadas incandescentes a partir do que foi exposto na teoria com respeito a potência elétrica dissipada por elas. Potência é igual ao produto da diferença de potencial pela corrente elétrica:

$$P = Ui \quad (2)$$

Combinando essa fórmula com a primeira lei de Ohm, podemos obter duas maneiras de calcular potência elétrica, a qual em um circuito em paralelo, potência elétrica é igual a:

$$P = \frac{U^2}{R} \quad (3)$$

Já no circuito em série é calculada da seguinte maneira:

$$P = Ri^2 \quad (4)$$

Mediante as equações acima, percebe-se que no circuito em paralelo, potência e resistência são grandezas inversamente proporcionais, enquanto no circuito em série potência e resistência são grandezas diretamente proporcionais.

Figura 2- Aparato experimental desenvolvido para a intervenção



Fonte: autor

A atividade experimental vem como oportunidade de demonstrar ao aluno que aquilo visto em sala não é abstrato, e que na verdade está relacionado a sua realidade cotidiana em vários sentidos. No entanto, é importante salientar que essa ferramenta vem desempenhando um papel de mais um exercício de fixação dos conteúdos já vistos em sala. Por isso, deve-se pensar em uma maneira eficaz, de como trabalhar a atividade experimental, de modo que ela se torne uma metodologia eficaz para o ensino de Física.

Dentro dessa problemática, pensou-se em ir além e não apenas se atentar a fazer um experimento, mas também verificar de que forma o uso desta metodologia contribuiu na aprendizagem, sendo assim, preparou-se um pré-teste que será entregue para ser feito antes da abordagem experimental e ele será respondido novamente após a realização dela. Assim, através do ganho de Hake, observamos que a parte experimental colaborou de maneira significativa no aprendizado dos discentes, no que diz respeito à circuitos elétricos e brilho de lâmpadas incandescentes. De acordo com Grasselli (2014, p.17) “o processo avaliativo deve ser contínuo e sistemático por meio da interpretação qualitativa do conhecimento construído pelo aluno”.

METODOLOGIA

A proposta foi aplicada no Ensino Médio, na Escola Técnica Estadual Ministro Fernando Lyra, localizada na cidade de Caruaru-PE, durante as atividades do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), em uma turma de 3º ano do curso de Marketing, no período da tarde em três aulas cedidas pelo professor supervisor.

Um dia anterior a intervenção foi aplicada uma avaliação do conhecimento trazido pelos educandos acerca do assunto que seria tratado posteriormente, esta avaliação diagnóstica foi denominada de Pré-teste. Em prosseguimento da intervenção, realizou-se a apresentação do assunto ou tema a ser explorado no experimento, bem como também uma revisão de conteúdos já vistos em sala de aula.

Após explorar oralmente o tema, partiu-se para a etapa experimental, o experimento em questão trata-se de um modelo da Ponte de Wheatstone.

Ao fim da intervenção foi aplicado o mesmo teste, agora em formato de Pós-teste, a fim de poder verificar o nível de aprendizagem e assimilação do conteúdo exposto durante a aplicação da proposta, possibilitando então aos aplicadores conhecer o que os educandos apreenderam.

Diante disso, usamos o ganho de Hake (1998), método estatístico que possibilita mensurar o ganho educacional, sendo definido pela equação:

$$g = \frac{\% pós - \% pré}{100\% - \% pré} \quad (5)$$

Na equação 5, % pós é a porcentagem de acertos no pós-teste e % pré a porcentagem de acertos no pré-teste. Hake define três classes de ganho, o ganho baixo apresenta valores de $g < 0,30$, ganho médio os valores de g estão entre $0,30 \leq g < 0,70$ e ganho alto quando os valores de g são iguais ou superiores a 0,70.

DESENVOLVIMENTO

Por meio da Ponte de Wheatstone, observou-se até que ponto este tipo de instrumento pode entrar como um meio facilitador para o ensino de Física, de maneira que ocorra uma aprendizagem significativa. Para Ausubel (1976), citado por Paula (2010), a aprendizagem significativa acontece quando se utiliza de um conhecimento prévio como âncora, para o aprendizado de uma nova informação. O experimento serve como um tipo de “conexão” entre o que o aprendiz já sabe e o que ele ainda irá aprender por intermédio desta atividade.

O ensino de Física a partir de atividades experimentais proporciona uma aprendizagem contextualizada, onde o saber científico vai evoluindo de maneira interdisciplinar, tornando o conhecimento um aliado do aluno, todas essas possibilidades dependem do desempenho do professor, o qual deve buscar estratégias didáticas que propicie o desenvolvimento deles e a propagação da ciência no âmbito escolar, contribuindo, dessa forma, com o protagonismo discente.

A utilização de aparatos experimentais nas aulas de Física tem como potencial trazer para os discentes o senso investigativo. De acordo com (Scarpa; Sasseron; Silva, 2017) “a investigação é um movimento cíclico, a qual considera o que se faz e coloca em prática aquilo sobre o que se reflete”. Assim, pode-se afirmar que a Ponte entrará como um facilitador no processo de ensino – aprendizagem, pois através dela o aluno poderá expor seu conhecimento e entender o conteúdo de maneira lúdica, neste caso a teoria está entrando junto com a prática, além do trabalho em grupo. Segundo Leiria (2015):

A realização das atividades experimentais, seja dentro de um laboratório didático ou não, contribuirá para a interação social entre os alunos, onde se tornará possível o desenvolvimento de trabalho em grupos, proporcionando conhecimento que poderão levar os mesmos a sua interação com a sociedade na qual estão inseridos, sendo assim agentes ativos e participantes do desenvolvimento de sua comunidade (LEIRIA, 2015, p.5).

No decorrer da pesquisa, percebeu-se a falta de interesse dos alunos para responder os testes, a execução do experimento foi o que mais provocou a curiosidade deles e os levaram a refazer o teste. Eles perceberam que a atividade experimental, propiciou uma maior evolução dos seus conhecimentos e concepções dos conceitos de circuitos elétricos e análise de brilho das lâmpadas.

As atividades experimentais tem a possibilidade de funcionar como uma estratégia de aquisição de conhecimentos, mas que é preciso primeiramente fundamentá-la de forma adequada com as perspectivas pedagógicas-epistemológicas, para que então possa proporcionar aos estudantes a percepção da relação existente entre os aspectos naturais e os artificiais do fenômeno que está sendo estudado, favorecendo assim para o espírito investigativo dos estudantes, fazendo com que o mesmo busque o desenvolvimento de seu conhecimento em relação ao conceito científico abordado (LEIRIA, 2015, p.5).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como já exposto, para uma melhor análise dos dados obtidos com a pesquisa, iremos calcular o ganho de Hake (1998). É um método estatístico interessante, na medida em que o seu valor irá nos fornecer um indicativo se a nossa abordagem experimental contribuiu para a aprendizagem dos estudantes. A seguir, forneceremos os resultados sistemáticos para o número de acertos dos estudantes, tanto no pré-teste como no pós-teste (Tabela 1).

Tabela 1: Dados obtidos através do questionário.

Pré-Teste			Pós-Teste		
Problemas	Acertos	% Acertos	Questões	Acertos	% Acertos
1	1	5,88%	1	8	47,05%
2	14	82,35%	2	16	94,12%
3	9	52,94%	3	15	88,24%
4	8	47,05%	4	13	76,47%
Total	32	47,06%	Total	52	76,47%

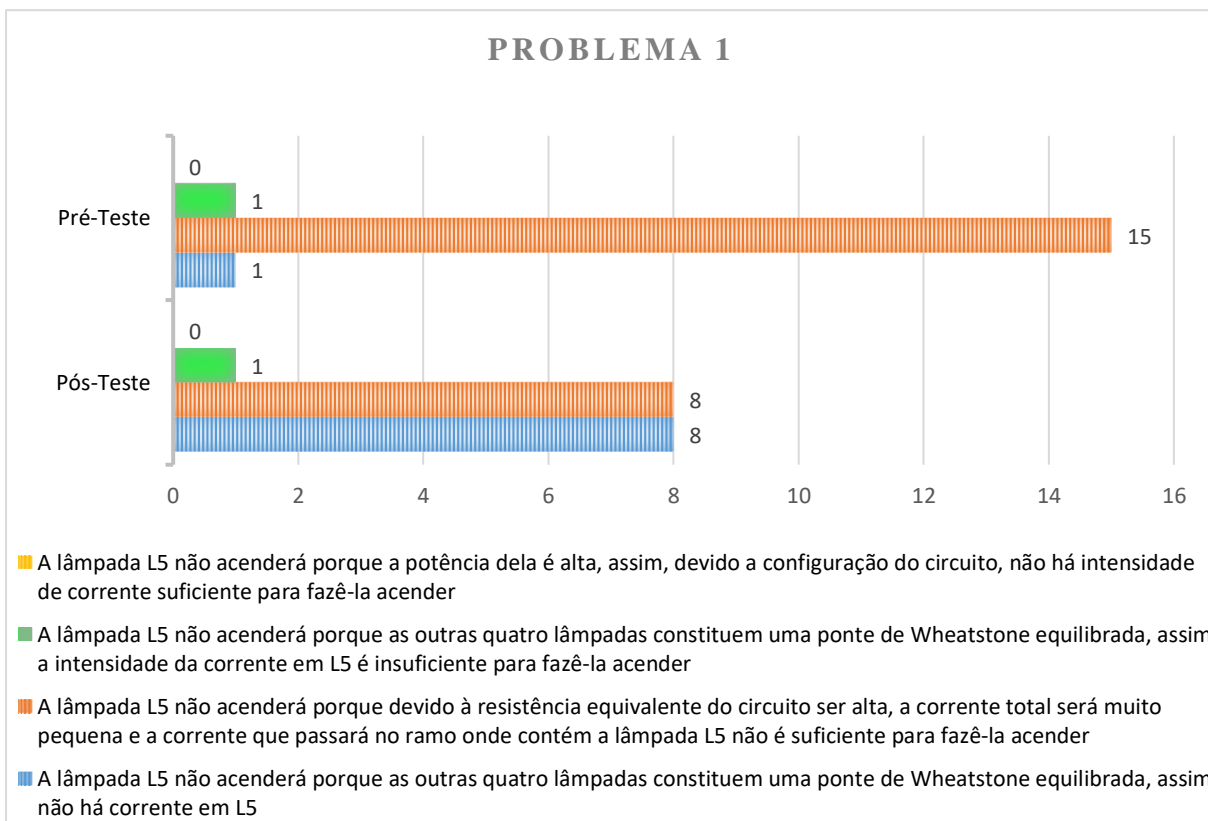
Utilizando a equação (5) e as porcentagens de acertos do Pré-Teste e Pós-Teste presentes na Tabela 1, teremos:

$$g = \frac{76,47\% - 47,06\%}{100\% - 47,06\%} = \frac{29,41\%}{52,94\%} \rightarrow g = 0,56 \quad (6)$$

De acordo com Hake (1998), o resultado de (6) é classificado como *ganho médio*, já que esse se encontra no intervalo $0,30 \leq g \leq 0,70$. Esse valor nos fornece um indicativo de que a nossa proposta experimental teve êxito, uma vez que os resultados como o de Araujo (2017) sobre o ganho de Hake foram inferiores ao nosso. Para uma melhor visualização da evolução que a nossa proposta experimental teve, iremos fornecer gráficos para todas os problemas presentes no questionário.

O problema 1 presente no questionário foi: “O circuito abaixo, formado por 5 lâmpadas incandescentes, é alimentado por uma tensão contínua de 220 V. Sabe-se que as resistências das lâmpadas L1, L3 e L5 são iguais a 80Ω e as resistências das lâmpadas L2 e L4 são iguais a 45Ω .” Através desse problema, objetivávamos saber o porquê a lâmpada L5 não acendia. Os resultados estão presentes na Figura 1.

Figura 3- Gráfico desenvolvido a partir dos dados do problema



Fonte: Dados do questionário aplicado (2019)

De acordo com a Figura 1, podemos perceber que 15 (88,23%) dos estudantes marcaram a alternativa incorreta. No Pré-Teste, a grande maioria deles acreditavam que o motivo da lâmpada L5 não acender era porque, de acordo com as características do circuito (arranjo das lâmpadas e resistência equivalente), a corrente que passa no ramo onde contém a lâmpada L5 é insuficiente para fazê-la acender.

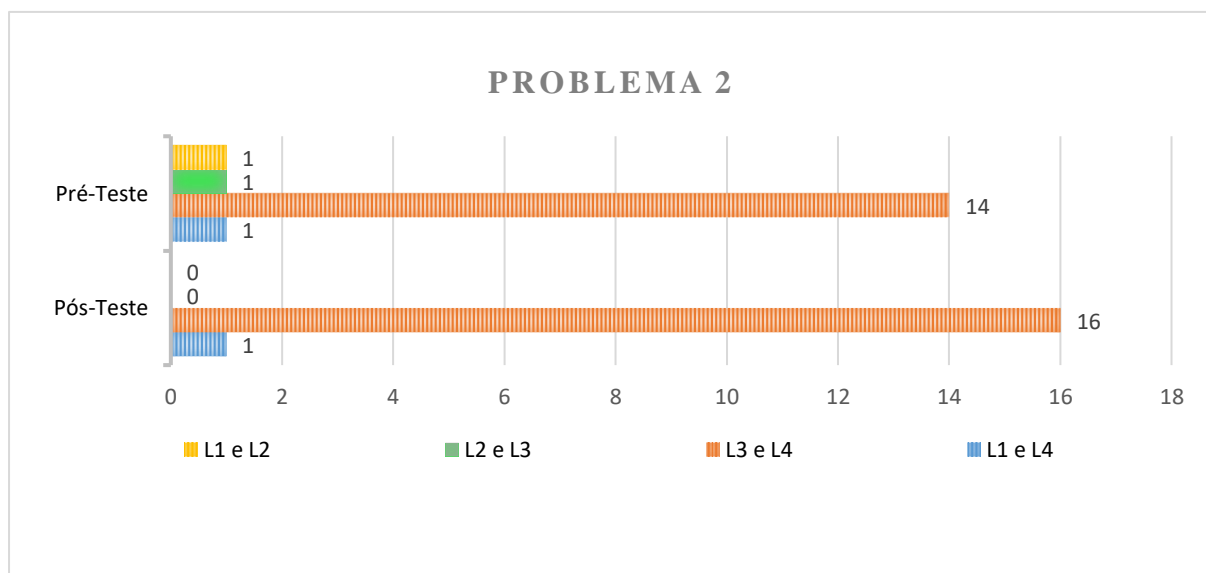
Durante a nossa intervenção, concluímos que os estudantes nunca ouviram falar sobre a ponte de Wheatstone, fato esse que fez com que apenas 1 estudante marcasse a alternativa correta durante o Pré-Teste. Devido o fato de que nenhum dos estudantes tinha conhecimento sobre essa ponte, podemos concluir que a única pessoa que acertou o problema 1 durante o Pré-Teste foi um mero “chute”. O Pós-Teste nos forneceu um indicativo positivo, porém, ainda

houve uma resistência à mudança conceitual, já que 8 (47,05%) dos estudantes ainda consideram que o motivo pelo qual a lâmpada L5 não acende é por causa da corrente que atravessa a lâmpada ser insuficiente.

Nos problemas 2, 3 e 4 objetivávamos saber a respeito do brilho de lâmpadas incandescentes, no qual foi dado um circuito com todas as informações necessárias para responder esses problemas.

Para o problema 2 (Figura 2), queríamos saber quais lâmpadas apresentavam o mesmo brilho. O resultado do Pré-Teste foi surpreendente, uma vez que 14 (82,35%) estudantes marcaram a alternativa correta. Mesmo sendo um problema de múltipla escolha, a grande maioria justificou, em poucas palavras, que o motivo das lâmpadas L3 e L4 apresentarem o mesmo brilho é porque ambas têm a mesma resistência elétrica e a corrente que passa nessas lâmpadas é a mesma. Através do Pós-Teste, apenas 1 estudante respondeu o problema 2 incorretamente, um indicativo bastante positivo.

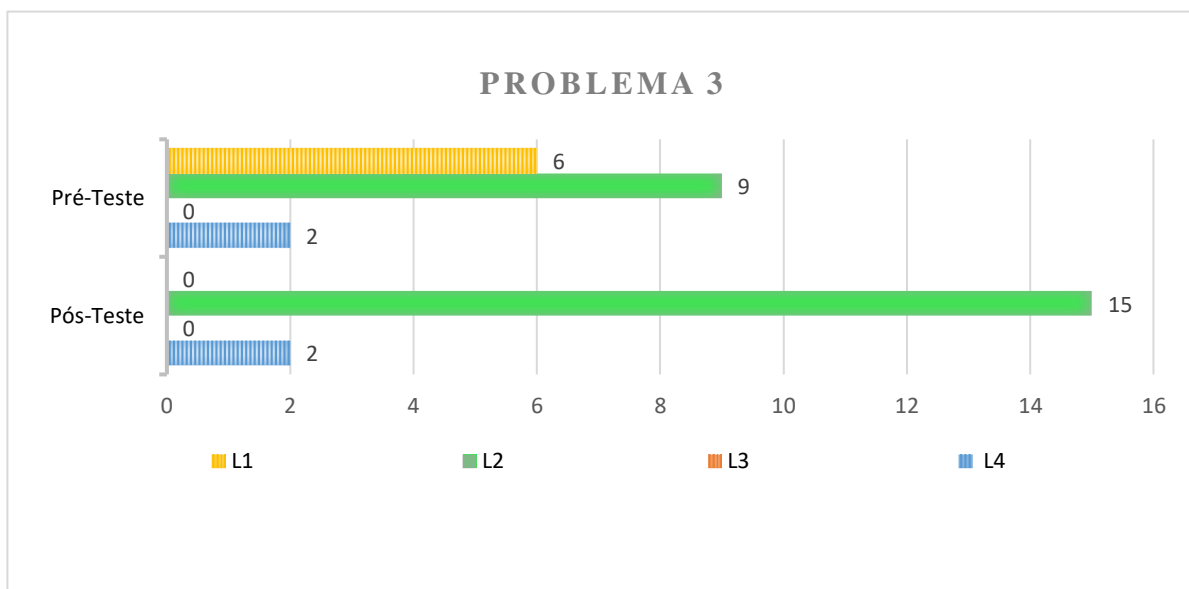
Figura 4- Gráfico desenvolvido a partir dos dados do problema



Fonte: Dados do questionário aplicado (2019)

A seguir, apresentaremos o gráfico do problema 3.

Figura 5- Gráfico desenvolvido a partir dos dados do problema

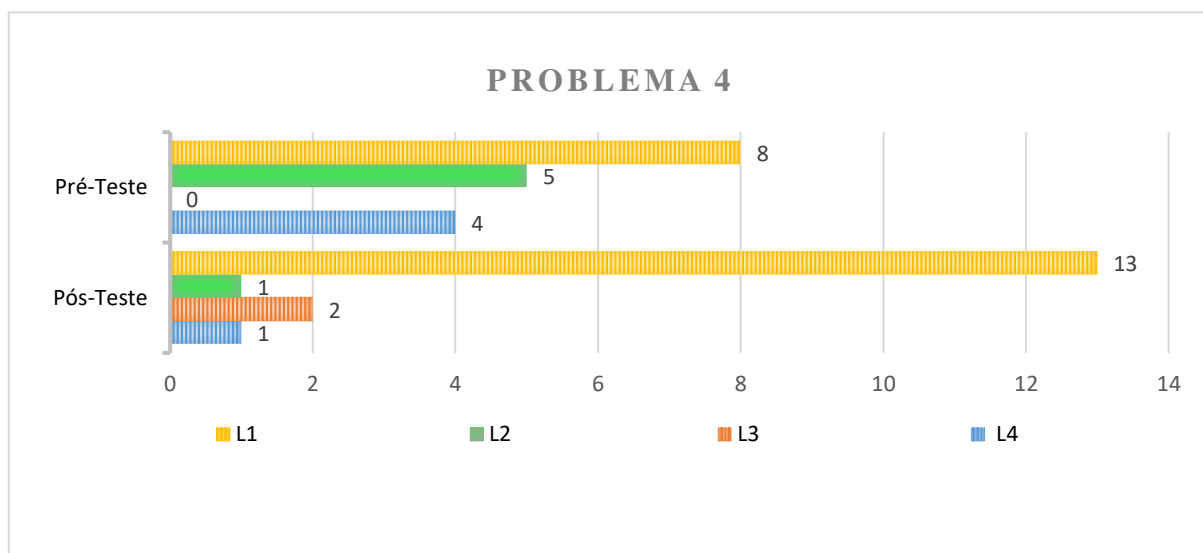


Fonte: Dados do questionário aplicado (2019)

Para o problema 3 (Figura 3), queríamos saber qual lâmpada apresentava o menor brilho. O resultado do Pré-Teste foi interessante, uma vez que 9 (52,94%) estudantes marcaram a alternativa correta. Alguns deles, justificaram que a lâmpada L2 tem um menor brilho por causa da sua resistência ser menor, fato esse que é verdade, já que a corrente que atravessa as lâmpadas L1 e L2 são iguais e como L2 tem uma resistência menor que L1 o seu brilho será menor. Através do Pós-Teste, o número de acertos foi de 52,94% para 88,24%, mostrando que houve uma evolução significativa logo após a nossa intervenção.

Para o problema 4 (Figura 4), queríamos saber qual lâmpada apresentava o maior brilho. Apenas 8 (47,05%) estudantes acertaram esse problema. Através do Pós-Teste, observamos uma melhora significativa. O número de estudantes que responderam corretamente esse problema aumentou para 13 (76,47%).

Figura 6- Gráfico desenvolvido a partir dos dados do problema



Fonte: Dados do questionário aplicado (2019)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de experimentos torna a aprendizagem de Física significativa, proporcionando a ligação entre teoria e prática. Através dessa ferramenta, percebeu-se que os estudantes fundamentaram de maneira melhor o conhecimento já adquirido. Por não enxergar nenhum vínculo dos conceitos físicos com a realidade, os alunos perdem o interesse pela disciplina. Para Grasselli (2014):

Os obstáculos encontrados por parte dos alunos na assimilação e entendimento do conteúdo da disciplina de Física são a dificuldade em relacionar conceitos físicos com fenômenos naturais vivenciados pelos educandos, ou seja, estabelecer vínculo entre a teoria e a prática, o que gera desinteresse que pode ser manifestado na aversão à disciplina (GRASSELLI, 2014, p.3).

Dessa forma, os professores devem buscar maneiras eficazes de dinamizarem suas aulas, trazendo ferramentas que facilitem a compreensão e possam ser contextualizadas com a teoria, fazendo conexões com o cotidiano. A análise de circuitos, tornou-se mais fácil através da atividade experimental, além disso por meio da Ponte de Wheatstone pôde ser visualizado de que maneira a resistência atrapalha na passagem de corrente, interferindo no brilho das lâmpadas.

É importante salientar que a Física é uma ciência que necessita de práticas experimentais para ser compreendida. No entanto, muitas instituições não têm laboratórios de Física, ou às vezes esses são utilizados precariamente. É necessário que o docente busque de alguma forma

(83) 3322.3222

contato@conedu.com.br

www.conedu.com.br

trazer experimentos para sala de aula, construindo algo com materiais recicláveis, ou até mesmo trazendo experimentos virtuais, já que grande parte das escolas dispõem de computadores. Com esforço, encontra-se soluções para os obstáculos que aparecem no caminho.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, A. V. R.; SILVA, E. S.; JESUS, V. L. B.; OLIVEIRA, A. L. **Uma associação do método Peer Instruction com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa.** Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-rbef-2016-0184>. Acesso em: 25 ago. 2019.

GRASSELLI, E. C.; GARDELLI, D. **O Ensino da Física pela Experimentação no Ensino Médio: da TEORIA à Prática.** Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2014/2014_uem_fis_artigo_erasmo_carlos_grasselli.pdf. Acesso em: 09 jul. 2019.

HAKE, R. R. **Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses.** Disponível em: http://www.montana.edu/msse/Data_analysis/Hake_1998_Normalized_gain.pdf. Acesso em: 01 ago. 2019.

LEIRIA, T. F.; MATARUCO, S. M. C. **O Papel das Atividades Experimentais no Processo Ensino-Aprendizagem de Física.** Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/18234_8366.pdf. Acesso em: 09 jul. 2019.

PAULA, G. M. C.; BIDA, G. L. **A IMPORTÂNCIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA.** Disponível em: <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1779-8.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2019.

SCARPA, Daniela Lopes; SASSERON, Lúcia Helena; SILVA, Maíra Batistoni. **O Ensino por Investigação e a Argumentação em Aula de Ciências Naturais.** Tópicos Educacionais, Recife, v. 23, n.1, p.7-27, jan/jun. 2017.