INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO DE JANEIRO

Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências

Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Campus Nilópolis

Alexandre Alberto Visentin Ramos de Araujo

UMA ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM ATIVA COM ATIVIDADES TEÓRICO-EXPERIMENTAIS SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS COMPOSTOS POR GERADORES E RESISTORES

Nilópolis - RJ

2017

Alexandre Alberto Visentin Ramos de Araujo

UMA ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM ATIVA COM ATIVIDADES TEÓRICO-EXPERIMENTAIS SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS COMPOSTOS POR GERADORES E RESISTORES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências do Instituto Federal do Rio de Janeiro, modalidade profissional, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Lopes de Oliveira

Nilópolis - RJ

2017

A663e Araujo, Alexandre Alberto Visentin Ramos de
Uma estratégia de aprendizagem ativa com atividades teórico-experimentais sobre circuitos elétricos compostos por geradores e resistores / Alexandre Alberto Visentin Ramos de Araujo. - Nilópolis, RJ, 2017.
72 f. : il.; 30 cm.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, PROPEC, 2017.

Orientação: Alexandre Lopes de Oliveira

1. Física - aprendizagem. 2. Física - estudo e ensino. 3. Circuitos elétricos. 4. Resistores. 5. Aplicativos móveis. I. Título.

Alexandre Alberto Visentin Ramos de Araujo

UMA ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM ATIVA COM ATIVIDADES TEÓRICO-EXPERIMENTAIS SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS COMPOSTOS POR GERADORES E RESISTORES

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências do Instituto Federal do Rio de Janeiro, modalidade profissional, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Data da aprovação: ____/____/_____.

_____

Prof. Dr. Alexandre Lopes de Oliveira - Presidente da Banca
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

_____

Prof. Dr. Vitor Luiz Bastos de Jesus - Membro Interno
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro

_____

Prof. Dra. Alcina Maria Testa Braz da Silva - Membro Externo
Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

Nilópolis - RJ

2017

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Mônica, por sua dedicação, carinho e constante incentivo.

Aos meus falecidos pais Nilma e Edson que, durante suas vidas, sempre incentivaram o estudo.

Aos meus irmãos Alessandra e Rodolfo.

Aos amigos Lívia, Erick, Cândido e Heleno.

Aos professores Alexandre Lopes de Oliveira e Vitor Luiz Bastos de Jesus.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRJ), *campus* Pinheiral.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFRJ), *campus* Nilópolis, pelo suporte financeiro ao trabalho, por meio de uma bolsa de mestrado do Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências (PROPEC).

Ao povo brasileiro que, por meio dos seus impostos, torna possível a existência da rede federal de educação.

ARAUJO, A. A. V. R. de. **Uma estratégia de aprendizagem ativa com atividades teórico-experimentais sobre circuitos elétricos compostos por geradores e resistores**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências do Instituto Federal do Rio de Janeiro, modalidade profissional, *campus* Nilópolis, Nilópolis, RJ, 2017.

RESUMO

No ensino brasileiro de física são encontrados, com frequência, cursos baseados em aulas expositivas e na resolução de exercícios padronizados. Durante as aulas, ocorrem poucas interações entre os alunos, a respeito da matéria apresentada pelo professor. Apesar de a física possuir caráter experimental, seus professores optam por não realizar experimentos. Este trabalho apresenta intervenções que buscam modificar a estrutura de ensino dessa disciplina. Durante um bimestre letivo, em sete turmas de ensino médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, várias ações foram realizadas, em conjunto com os alunos. Foi adotado o método de aprendizagem ativa *Peer Instruction*, em que o tempo de exposição do conteúdo curricular é menor do que o convencional. O professor realiza uma breve explanação inicial e, logo após, os estudantes resolvem testes conceituais, interagindo entre si, ensinando e aprendendo com os colegas. Associado a essa metodologia, foram apresentados, em funcionamento, circuitos elétricos compostos por geradores e resistores. Um aplicativo denominado *Plickers*, instalado em um celular, foi utilizado para coleta de dados das respostas fornecidas pelos alunos. Foram realizados um pré-teste e um pós-teste, em cada uma das turmas, a fim de medir a evolução de seu aprendizado. Os resultados foram avaliados segundo um parâmetro denominado *ganho de Hake*, adotado por literaturas especializadas em aprendizagem ativa.

Palavras-chave: *Peer Instruction*; Circuitos elétricos; *Plickers*; *Ganho de Hake*; Aprendizagem ativa.

ARAUJO, A. A. V. R. de. **An active learning strategy with theoretical-experimental activities about electrical circuits composed of generators and resistors**. Master's degree dissertation. Stricto Sensu Postgraduate Program in Science Teaching at the Federal Institute of Rio de Janeiro, professional mode, campus Nilópolis, Nilópolis, RJ, Brazil, 2017.

ABSTRACT

In Brazilian Physics teaching, syllabuses based on expository lessons and the resolution of standard activities are frequently found. During the lessons, there are little interchanges among the students concerning the subject introduced by the teacher. Although Physics possesses an experimental nature, Physics teachers choose not to make experiments. This study presents propositions which aim to modify the teaching structures of the subject at stake. Over a quarter of a teaching year, in seven High-School classes at a Federal Educational Science and Technology Institute, several actions were performed with the students' participation. The Peer Instruction active learning method was adopted, given that the curricular content was taught at a lesson time shorter than the conventional one. The teacher performs a brief initial explanation and, soon afterwards, the students do conceptual tests, interacting with each other, by means of mutual teaching and learning. Linked to this methodology, electrical circuits compounded by generators and resistors in operation were presented. On cell telephones, an application program named *Plickers* was used to collect the students' answers data. Both a pre-test and a post-test were given to every single class, in order to measure each group's evolution and learning. The results were evaluated according to a parameter named normalized gain, adopted by literatures specialized in Active Learning.

Keywords: Peer Instruction; Electric circuits; Plickers; Normalized gain; Active Learning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 3.1	Fluxograma de uma aula *Peer Instruction*.	19
Figura 5.1	Diagrama e fotografia do circuito 1.	34
Figura 5.2	Diagrama e fotografia do circuito 2.	35
Figura 5.3	Diagrama e fotografia do circuito 3.	35
Figura 5.4	Diagrama e fotografia do circuito 4.	36
Figura 5.5	Cartões *Plickers*.	38
Figura 5.6	Instantâneo de uma tela de computador com resultados de um teste conceitual.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1	Concepções sobre corrente elétrica em circuitos simples de corrente contínua.	24
Tabela 5.1	Turmas participantes da pesquisa.	30
Tabela 5.2	Cronograma e descrição das atividades realizadas.	40
Tabela 5.3	*Ganho de Hake* para a turma TA 301.	44
Tabela 5.4	*Ganho de Hake* para a turma TA 302.	45
Tabela 5.5	*Ganho de Hake* para a turma MA 303.	45
Tabela 5.6	*Ganho de Hake* para a turma MA 304.	45
Tabela 5.7	*Ganho de Hake* para a turma TI 305.	45
Tabela 5.8	*Ganho de Hake* para a turma TI 105.	45
Tabela 5.9	*Ganho de Hake* para a turma TI 106.	46
Tabela 5.10	Dados comparativos do *ganho de Hake*.	46

LISTA DE SIGLAS E ABREVIAÇÕES

ANPed	Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação.
BNC	Base Nacional Comum Curricular.
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade.
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio.
EsM	Ensino sob Medida.
FCI	*Force Concept Inventary*.
FURG	Fundação Universidade do Rio Grande.
FUVEST	Fundação Universitária para o Vestibular.
GREF	Grupo de Reelaboração do Ensino de Física.
IFRJ	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro.
IFSul	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense.
JiTT	*Just-in-Time Teaching*.
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação.
PCN+	Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.
PI	*Peer Instruction*.
PUC	Pontifícia Universidade Católica.
SNEF	Simpósio Nacional de Ensino de Física.
UCA	Um Computador por Aluno.
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora.
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais.
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
UFTM	Universidade Federal do Triângulo Mineiro.
Unijuí	Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande doSul.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12

2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL 15

4 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E DIFICULDADES CONCEITUAIS NO ESTUDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS 23

4.1 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS NO ESTUDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS ..23

4.2 DIFICULDADES CONCEITUAIS NO ESTUDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS 25

4.2.1 Categorias de dificuldades conceituais 26

4.3 TIPOS DE RACIOCÍNIOS RELACIONADOS A DIFICULDADES CONCEITUAIS E CONCEPÇÕES PRÉVIAS..... 27

4.3.1 Raciocínio sequencial 28

4.3.2 Raciocínio local 28

4.3.3 Raciocínio de superposição. 28

4.4 COMENTÁRIOS 28

5 METODOLOGIA DA PESQUISA..... 30

5.1 CONTEXTO..... 30

5.2 SELEÇÃO DAS QUESTÕES DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE..... 31

5.3 CIRCUITOS ELÉTRICOS..... 32

5.3.1 Circuitos apresentados em sala de aula 33

5.5 USO DO APLICATIVO PLICKERS 36

5.6 PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS UTILIZADAS 39

5.7 ASPECTOS RELEVANTES OBSERVADOS DURANTE O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA 42

5.8 ANÁLISE DO MÉTODO PELO *GANHO DE HAKE* 44

5.8.1 Interpretação dos resultados de acordo com Hake (1998) 46

5.8.2 Interpretação dos resultados segundo Mazur (2015)..... 47

5.8.3 Interpretação dos resultados de acordo com autores brasileiros 47

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 49

REFERÊNCIAS..... 51

ANEXO A – AUTORIZAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA NO IFRJ. 55

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE). ...56

ANEXO C – CADASTRO NA PLATAFORMA BRASIL 57

ANEXO D – PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE 58

ANEXO E – AULA 2 61

ANEXO F – AULA 3 64

ANEXO G – AULA 4.....66

ANEXO H – AULA 5 68

ANEXO I – AULA 6.....70

1 INTRODUÇÃO

Após vários anos de prática e muitas aulas no currículo profissional, podemos pensar que nossa atuação docente atingiu certo nível de excelência. O conteúdo passa a fluir com mais naturalidade e a duração da aula é suficiente para apresentar a matéria programada. Não é raro ouvirmos, de maneira sincera, vários alunos externarem sentimentos positivos em relação à física.

Por outro lado, adotando uma visão mais crítica, também somos capazes de perceber algumas limitações em nosso modelo tradicional de aulas. Pressionados por uma pequena carga horária semanal em cada turma, geralmente optamos por aulas expositivas, nas quais resolvemos exercícios padronizados, utilizando livro didático ou apostila. Por dificuldades de infraestrutura, deficiências na formação ou pouco interesse, as atividades experimentais geralmente são deixadas de lado (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007).

A abordagem padronizada dos conteúdos talvez não corresponda às necessidades atuais dos estudantes, futuros profissionais em diversas áreas. Os papéis mais contemporâneos que a sociedade espera que eles exerçam causam preocupações em pesquisadores.

> Seja por questões sociais ou de mercado, há uma demanda crescente pela formação de profissionais que tenham conhecimentos sólidos sobre conteúdos específicos e possuam habilidades e competências associadas ao trabalho colaborativo, discussão de ideias e metacognição. Escolas e universidades são as instituições nas quais se espera que essa formação aconteça, ou pelo menos seja bem encaminhada, principalmente através de ações dos professores. Tal responsabilidade não é um fardo leve (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 364).

Trabalhos publicados nas últimas décadas apresentaram aplicações de metodologias alternativas, capazes de modificar a estrutura de uma aula tradicional de física (HAKE, 1998; BARROS et al., 2004). As estratégias de aprendizagem ativa podem se apresentar como alternativas viáveis para implantação no ensino médio. Elas permitem maior engajamento dos alunos, por meio de estudo prévio, observação de fenômenos físicos e interpretação de testes conceituais (MAZUR, 2015).

A aprendizagem ativa é geralmente definida como um método que engaja os alunos ao processo de aprendizagem, solicitando que os estudantes pensem e questionem sobre o que estão fazendo, e não apenas escutem o que está sendo passado a eles (PRINCE, 2004). De acordo com Oliveira (2014):

> A Aprendizagem Ativa não é um processo de recepção de informações onde o aprendiz é apenas um agente passivo, mas sim um processo que conta com sua intensa participação. O aluno é considerado a peça central da interação com a construção do novo conhecimento. Toda a responsabilidade é centrada no aluno como protagonista do processo de ensino - aprendizagem em que os seguintes aspectos são destacados: o "fazer" e o "pensar" sobre todas as atividades que estejam desenvolvendo (OLIVEIRA, 2014).

Um dos métodos de aprendizagem ativa, que existe desde o início dos anos 1990, é denominado *Peer Instruction* (*PI*) (MAZUR, 2015). Em publicações brasileiras, essa metodologia é conhecida como Instrução por Pares ou Instrução pelos Colegas. Sua aplicação permite que os alunos assumam papéis mais ativos durante as aulas, em momentos de discussões com os colegas, visando resolver questões teóricas relativas ao assunto em estudo. Durante essa troca de ideias, o professor atua como um mediador, orientando seus alunos e incentivando o debate entre eles.

Em uma aula desenvolvida de acordo com a Instrução por Pares, o professor deve apurar, repetidas vezes, as respostas de testes conceituais, aluno por aluno. Para facilitar essa tarefa, utilizou-se um aplicativo para celular chamado *Plickers*. Os dados coletados pelo aplicativo foram salvos na área restrita do *site* de seus desenvolvedores, disponível em *www.plickers.com*.

Conforme será detalhado ao longo deste trabalho, o *Peer Instruction* foi utilizado em conjunto com a demonstração de alguns experimentos de eletrodinâmica. Para a realização das atividades práticas, foram usados circuitos elétricos, formados por uma fonte de tensão elétrica e lâmpadas incandescentes. Todas as atividades foram desenvolvidas em sala de aula, pois o laboratório didático de física, na instituição onde ocorreu a pesquisa, não comporta um grande número de alunos.

O objetivo desta dissertação é investigar o *ganho de Hake* (1998), calculado para cada uma das turmas submetidas à metodologia de ensino proposta no presente trabalho. Os resultados obtidos foram comparados com valores publicados pela literatura especializada brasileira e norte-americana.

A pesquisa foi desenvolvida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), *campus* Pinheiral, durante sete semanas letivas, em um total de sete encontros, com duas aulas de 45 minutos cada um. A estratégia de aprendizagem foi aplicada em sete turmas de ensino médio integrado a cursos técnicos.

O material pedagógico-educacional (produto educacional) gerado por essa pesquisa é um guia didático. Esse material contém, passo a passo, uma sequência para aplicação da *Peer Instruction* associada a alguns experimentos de eletrodinâmica. Nesse guia, estão presentes as atividades realizadas em cada aula, bem como pré-testes e pós-testes. Também são apresentados diagramas e fotografias dos circuitos elétricos, além dos materiais utilizados em sua montagem.

Nesta dissertação, no Capítulo 2, são apresentadas considerações sobre o ensino de física no Brasil. Ao longo do Capítulo 3, serão apresentados o método *Peer Instruction* e comentários sobre sua aplicação em diferentes instituições de ensino. O Capítulo 4 trata das concepções alternativas e dificuldades conceituais no estudo de circuitos elétricos. As atividades realizadas por alunos estão detalhadas no Capítulo 5, bem como a interpretação dos resultados desta pesquisa segundo o parâmetro *ganho de Hake.* Por fim, o Capítulo 6 contém uma síntese do trabalho e propõe ações que poderão ser desenvolvidas em futuros desdobramentos desta pesquisa.

2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL

Nós, professores de física, sentimos inquietações que nos levam a refletir sobre a maneira que ensinamos nossa disciplina. Será que a física, do modo como é lecionada em nossas escolas, contribui para a formação social dos alunos, além de despertar seu interesse por ciências? Nossas aulas promovem espaços para debates, troca de ideias ou trabalho em grupo? Os estudantes produzem seu próprio conhecimento ou apenas o recebem já formatado, durante aulas expositivas?

A origem dessas indagações pode estar no caráter predominantemente propedêutico apresentado pelo ensino médio brasileiro. A partir da década de 1970, uma parcela mais significativa de nossa população teve acesso ao ensino médio e passou a considerá-lo um período preparatório para vestibulares e concursos. Essa visão pode ter sido reforçada por gerações de professores e autores de livros didáticos de física, levando a um ensino matematizado e desligado da prática (CHIQUETTO; KRAPAS, 2012).

Pesquisadores nacionais perceberam, ainda nos anos 1980, que o estudo da física poderia ser considerado "pouco prazeroso" por uma parcela significativa de alunos. Havia a necessidade de se propor novas formas de ensinar essa disciplina, buscando melhorar as relações entre os estudantes e os conteúdos estudados. Desse modo, eles apresentaram e implantaram, na Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Unijuí), uma proposta de ensino que buscava despertar o gosto pela disciplina, abordando aspectos teóricos e experimentais que ofereciam aos alunos uma visão geral e contextualizada dos temas em estudo (BONADIMAN; NONENMACHER, 2007).

Em consonância com essas preocupações, documentos oficiais brasileiros preconizam que o ensino médio deve contemplar outras dimensões, além da preparação para exames ou do simples acesso para a universidade. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) apresenta como finalidades para o ensino médio, a saber:

> I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento de estudos;
>
> II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamento posteriores;

> III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;
>
> IV – a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina (BRASIL, 1996).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio observam que jovens podem não ser capazes de relacionar acontecimentos de seu dia-a-dia com as leis da física ensinadas na escola. Eles afirmam que o contexto que é mais próximo do aluno e, consequentemente, mais facilmente explorável para dar significado aos conteúdos da aprendizagem, seria a vida pessoal, cotidiano e convivência (BRASIL, 2000).

As Orientações Curriculares Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) são específicas em relação aos critérios que orientam a ação pedagógica em física, afirmando que eles devem centrar-se sobre o tema "para que ensinar física" e não "o que ensinar de física". De acordo com esse documento, deve-se ter uma preocupação em atribuir a esse conhecimento significado já no momento de seu aprendizado. As competências que os estudantes necessitam desenvolver, em física, são aquelas desejadas em um jovem solidário e atuante, diante de um mundo tecnológico e complexo (BRASIL, 2002).

As discussões sobre a forma como os conteúdos de física são apresentados nas escolas prosseguem nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio, que propõem a ampliação dos objetivos educacionais do ensino dessa disciplina. As competências a serem desenvolvidas pelos alunos não devem ser ancoradas apenas em livros didáticos e exames vestibulares. Por exemplo, as Orientações Curriculares recomendam a introdução da história e da filosofia da ciência, bem como enfoque CTS[1] (Ciência, Tecnologia e Sociedade) e a alfabetização científica e tecnológica (BRASIL, 2006).

O ensino conservador, tradicional, supõe um tipo de relação entre alunos e professores que parece não estar de acordo com o pensamento mais contemporâneo a respeito da educação, explicitado nos documentos oficiais citados anteriormente. As metodologias passivas de aprendizagem, baseadas em aulas expositivas, de forte cunho acadêmico, não devem ser, atualmente, as únicas

[1]O enfoque CTS visa ressaltar a importância social da ciência e da tecnologia, de forma a enfatizar a necessidade de avaliações críticas e análises reflexivas sobre a relação científico-tecnológica e a sociedade (PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2007).

alternativas para o ensino de física. É necessário buscar novos caminhos para a prática docente dessa disciplina.

Métodos de aprendizagem ativa têm despertado interesse em pesquisadores. Eles podem ser desenvolvidos por meio de diferentes ações, durante as quais os alunos assumem parte de sua formação, seja por leituras anteriores à aula ou por maior interação com seus pares, durante a resolução de testes conceituais. A importância da aprendizagem ativa foi realçada em um editorial da Revista Brasileira de Ensino de Física, que apresenta, em linhas gerais, algumas estratégias adotadas por instituições de ensino brasileiras e internacionais. Além disso, o editorial também apresenta resultados de estudos que comprovam maior eficácia dos métodos ativos, em relação aos tradicionais (HENRIQUES; PRADO; VIEIRA, 2014).

Em Berbel (2011) são apresentados diversos métodos de aprendizagem ativa, bem como seus benefícios, em comparação com os métodos tradicionais. Ela observou que as metodologias ativas têm o potencial de despertar a curiosidade dos alunos e promover um aumento de motivação e autonomia.

A necessidade de superar os modelos tradicionais de aprendizado, no ensino de física, também foi apontada por Barros et al. (2004).

> O ensino de Ciências e Matemática nas universidades brasileiras tem, em geral, um baixo rendimento que resulta em altos índices de reprovação, retenção e abandono. Uma das razões é o modelo passivo de aprendizado fomentado nos ambientes tradicionais de ensino em que alunos raramente interagem produtivamente e onde o estímulo é a nota e não o conhecimento. Neste modelo, os estudantes demonstram seu aprendizado resolvendo problemas padrões, mas frequentemente não mudam a maneira como entendem o mundo ao seu redor (BARROS et al., 2004, p. 63).

Barros et al. (2004) apresentaram os resultados da aplicação do método *Peer Instruction*, ou Instrução por Pares. Eles adotaram a metodologia em uma das disciplinas iniciais do curso de física, em conteúdos de mecânica, e observaram aspectos positivos no desempenho dos alunos, em relação a períodos anteriores, quando a *Peer Instruction* ainda não havia sido implantada na Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF). Em relação a turmas submetidas a metodologias de ensino tradicionais, as turmas *Peer Instruction* obtiveram maiores ganhos normalizados e apresentaram melhores índices de aprovação na disciplina. Os autores não apontaram, em seu trabalho, limitações para a aplicação da Instrução por Pares. Não foram relatados aspectos negativos quanto à prática, em sala de aula.

3 O MÉTODO *PEER INSTRUCTION*

O *Peer Instruction* (*PI*) é um método de aprendizagem ativa que possui dois objetivos básicos: explorar a interação entre os estudantes e focar sua atenção nos conceitos que servem de fundamento para o assunto estudado em determinada aula. Durante uma aula *PI*, os alunos possuem autonomia para discussões e a função do professor aproxima-se daquela desempenhada por um mediador. O método surgiu no início da década de 1990, a partir da prática docente de seu idealizador, o professor de física Eric Mazur[2] (MAZUR, 2015).

Como ponto de partida do *PI*, Mazur recomenda que os alunos devam realizar uma leitura prévia, extraclasse, de um determinado assunto, para posterior discussão em sala. Durante a aula onde será trabalhado o assunto estudado anteriormente, podem ocorrer os seguintes passos (MAZUR, 2015):

1. O professor realiza uma exposição oral, de aproximadamente 15 minutos, sobre os elementos mais importantes de um determinado conceito ou teoria.
2. É proposta uma questão, conceitual e de múltipla escolha, a respeito do tema apresentado na exposição oral. Essa questão é denominada teste conceitual.
3. Os alunos refletem sobre o teste conceitual proposto, individualmente e de maneira silenciosa, durante 1 a 2 minutos.
4. Cada estudante decide qual opção é a correta e registra sua resposta, mostrando-a ao professor, que fará a distribuição de acertos da turma.
5. Quando menos de 30% da turma acerta a resposta, o professor retorna ao passo 1, explicando novamente o conteúdo.
6. Quando entre 30% e 70% da turma escolhe a resposta correta, o professor abre espaço para discussão entre os alunos. Em duplas ou em pequenos grupos, os estudantes são encorajados a discutirem suas respostas com os colegas, durante 2 a 4 minutos. Por outro lado, caso mais de 70% da turma acerte a questão, o docente avança diretamente para o passo 9.

[2] Professor da Universidade de Harvard, que detalhou o método *PI* no livro *Peer Instruction*: a revolução da aprendizagem ativa (MAZUR, 2015).

7. Após a discussão, os estudantes registram novamente suas respostas, que podem ou não terem sido alteradas pela interação com os colegas, apresentando-as ao professor.
8. Observando a frequência de acertos após as discussões, o professor pode apresentar os novos resultados aos alunos.
9. O professor explica a resposta da questão aos alunos. A seguir, ele pode propor outro teste conceitual sobre o mesmo assunto, reiniciando a metodologia, se houver tempo disponível.

Esses passos descritos também podem ser representados por um fluxograma, como apresentado na figura 3.1.

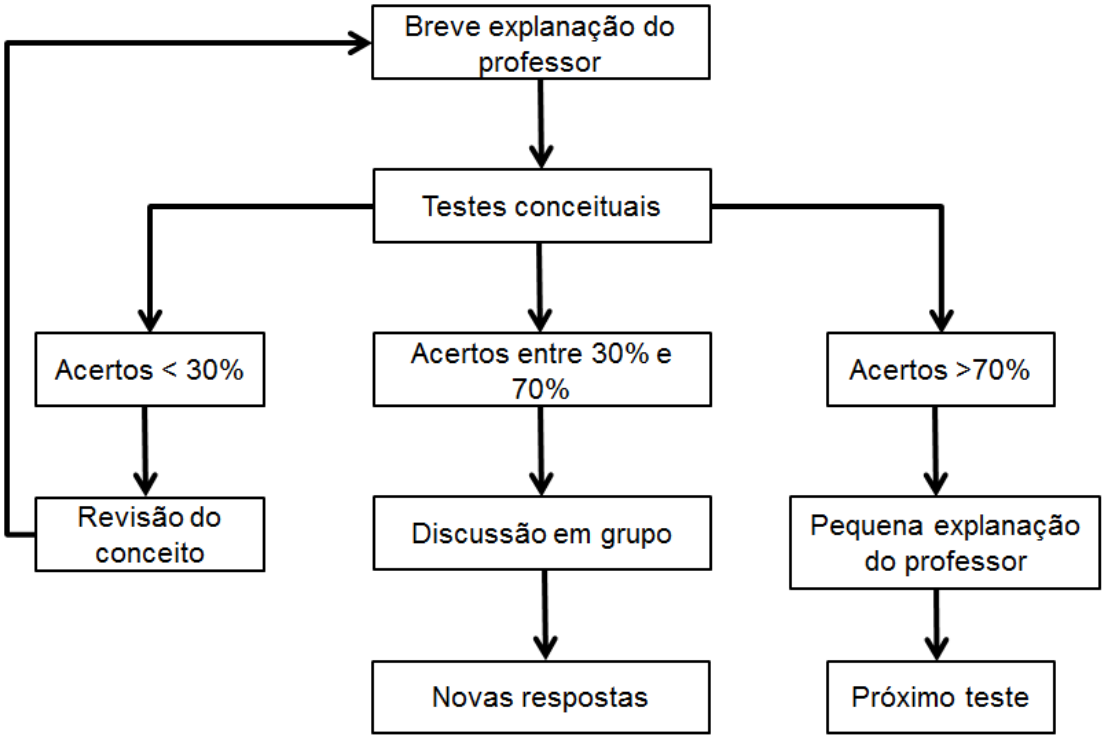


Figura 3.1 - Fluxograma de uma aula *Peer Instruction* (DINIZ, 2015).

A explanação inicial deve enfatizar os conceitos e fundamentos teóricos do assunto em estudo, evitando deduções matemáticas. Se a porcentagem de respostas corretas, antes das discussões, for menor do que 30%, o professor deve ensinar novamente o tópico, mais devagar e aumentando o nível de detalhamento. Caso mais de 70% da turma acerte o teste conceitual, o professor pode explicar rapidamente a resposta correta e passar para outro teste (MAZUR, 2015).

Existem muitas fontes disponíveis de testes conceituais, tais como vestibulares ou o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) (ARAUJO; MAZUR, 2013). Eles precisam ser escolhidos de maneira criteriosa, de modo a propiciar aos estudantes a chance de explorar importantes conceitos da matéria em estudo, sem necessidade de memorização de fórmulas. Além disso, é recomendável que sejam desafiadores, de modo que despertem o interesse em sua resolução. De acordo com Mazur (2015), os testes devem satisfazer alguns critérios básicos, a saber:

- focar um único conceito;
- não depender de equações para serem resolvidos;
- conter respostas adequadas de múltipla escolha;
- estar redigidos de forma não ambígua e
- não devem ser fáceis demais, nem difíceis demais.

A *Peer Instruction* já está consolidada em outros países e tem sido objeto de estudos, desde os anos iniciais de sua implantação em cursos universitários (HAKE, 1998). Um artigo, publicado na revista *Physics Education Research Conference*, analisou resultados da aplicação do método em conteúdos das leis de Newton. Os autores pesquisaram 213 estudantes de ensino médio, além de 5 professores. Os dados obtidos foram analisados a partir do *ganho de Hake* em dois testes iguais, antes e depois da aplicação da metodologia. Esse parâmetro, também denominado ganho normalizado, foi proposto por Hake (1998) e consiste na razão entre o percentual de ganho de uma turma e o percentual de ganho máximo possível para essa mesma turma, submetida a um protocolo pré-pós testes idênticos. A *PI* teve um *ganho* de 40%, enquanto o método tradicional de ensino de física obteve 24%. Desse modo, de acordo com o artigo, os resultados apontam que a metodologia contribuiu para uma melhor compreensão dos conteúdos de física (CUMMINGS; ROBERTS, 2008).

Em nosso país, diversos estudos têm apresentado aplicações da *PI* em diferentes níveis de ensino, bem como comparações de resultados de desempenho dos alunos entre esse método e outros mais tradicionais. Investigações realizadas na UFJF apontaram que uma aula *PI* permitia maior interação entre os alunos, na medida em que eles discutiam e ensinavam, uns aos outros, os conceitos apresentados pelo professor. Os estudantes utilizaram esses conceitos na resolução

de várias questões teóricas, tornando as aulas mais dinâmicas e interativas (BARROS et al., 2004).

Algumas dissertações de mestrado brasileiras apresentam estratégias para adoção da *Peer Instruction*, associadas com outras metodologias ativas e adaptadas para a nossa realidade. No trabalho de Diniz (2015) é relatada uma experiência de ensino de mecânica, em uma turma de primeira série do ensino médio, no Colégio de Aplicação João XXIII, da UFJF. Antes de iniciar as intervenções planejadas, ele aplicou, como pré-teste, o Inventário Sobre o Conceito de Força (*Force Concept Inventary - FCI*) (MAZUR; 2015), um questionário com 30 questões sobre mecânica, de múltipla escolha. Sua pesquisa foi realizada durante 37 aulas de 50 minutos cada uma,no ano letivo de 2015. Ele aplicou, como pós-teste, o mesmo *FCI* e avaliou o desempenho da turma segundo o *ganho de Hake* e o teste *t* de Student (DINIZ, 2015), que é um teste de hipótese usado para realizar inferências estatísticas a respeito de uma população de uma ou mais amostras.

Na dissertação de Müller (2013) são apresentados resultados da aplicação da *Peer Instruction* em uma escola pública federal, na cidade de Porto Alegre, em conjunto com o projeto do governo federal "Um Computador por Aluno" (UCA). O trabalho foi desenvolvido em conteúdos do eletromagnetismo, numa turma de terceira série do ensino médio. Ele concluiu, como vantagens da *PI*, a discussão entre os estudantes sobre tópicos de física e o engajamento em sua própria aprendizagem. Por outro lado, percebeu, como limitações, o pouco tempo para refletir sobre os testes conceituais e para resolução de problemas.

O trabalho de Oliveira (2012) também pesquisou uma proposta de aplicação da *PI* no estudo do eletromagnetismo, durante 12 encontros de uma hora e trinta minutos, cada um, em uma turma de ensino médio, composta por 30 alunos, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense (IFSul), *campus* Pelotas. Ele associou a *PI* com outro método de aprendizagem ativa chamado *Just-in-Time Teaching* (*JiTT*) ou, em tradução livre para língua portuguesa, Ensino sob Medida (EsM). Na aplicação do *JiTT*, o professor estrutura suas aulas a partir das concepções alternativas levantadas em atividades realizadas pelos alunos, em momento anterior a aula.A combinação dos métodos conduziu a um *ganho de Hake* igual a 0,65. Além disso, os resultados foram analisados pelo teste *t* de Student e apontaram um ganho de aprendizagem dos conceitos básicos de

eletromagnetismo. O autor concluiu que o método parece ter desenvolvido, nos alunos, motivação para a aprendizagem colaborativa e ter incentivado um envolvimento ativo, no processo de ensino-aprendizagem.

Os resultados apresentados anteriormente indicam que a *Peer Instruction* pode promover maior engajamento interativo dos alunos e ganhos na compreensão dos conceitos teóricos de física, nos níveis médio e superior. No caso específico desta dissertação, a pesquisa foi realizada em sete turmas de ensino médio integrado a cursos técnicos de agropecuária, informática e meio ambiente, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ). Conforme mencionado na introdução, o objetivo deste trabalho é investigar o ganho normalizado ou *ganho de Hake*, para cada turma submetida à metodologia de ensino proposta.

4 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS E DIFICULDADES CONCEITUAIS NO ESTUDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

As dificuldades de aprendizagem incluem concepções alternativas e dificuldades conceituais (DORNELES, 2005). Este capítulo apontará concepções alternativas e dificuldades conceituais apresentadas por alunos, no estudo de circuitos elétricos. Foram consultadas referências bibliográficas nacionais e internacionais, em trabalhos publicados nas quatro últimas décadas.

4.1 CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS NO ESTUDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

Concepções alternativas são aquelas com significados errôneos, em conflito com o conhecimento aceito pela comunidade científica (SILVEIRA, 2011). Elas são trazidas para a sala de aula pelos alunos e estão relacionadas com suas experiências cotidianas (CATELLI; VILLAS BOAS; BALEN, 2009). De acordo com Pacca et al. (2003), vários autores internacionais têm se dedicado a pesquisar essas concepções, desde estudos pioneiros, ainda na década de 1970, até a atualidade.

Em nosso país, pesquisas publicadas nas últimas décadas permitem compreender como as concepções alternativas se manifestam em diferentes conteúdos da física. Professores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) escreveram um artigo a esse respeito (SILVEIRA; MOREIRA; AXT, 1989), em que observam que há um grande número de concepções alternativas identificadas na física e que elas são bastante estáveis. Nesse trabalho, a respeito da área de pesquisa das concepções alternativas sobre corrente elétrica e circuitos elétricos, eles afirmam que:

> Entre as regularidades já detectadas nessa área, através de tais pesquisas, pode-se mencionar uma tendência a considerar corrente elétrica como uma noção primária com características de energia e de substância: ela pode ser consumida e apresenta propriedades de um fluido material. Em um circuito simples, muitos alunos consideram que um gerador (em geral uma pilha ou uma bateria) fornece sempre a mesma intensidade de corrente elétrica e que essa intensidade é “compartilhada” por outros elementos como, por exemplo, lâmpadas existentes no circuito (SILVEIRA; MOREIRA; AXT, 1989).

Após a aplicação e validação de um teste de lápis e papel, composto por questões de múltipla escolha e aplicado em alunos da UFRGS, os professores identificaram concepções que não estão em acordo com conhecimentos científicos.

Para muitos estudantes, a corrente elétrica fluiria sempre no mesmo sentido, enfraquecendo-se ao passar por resistores associados em série, de modo que cada componente receberia uma corrente menor do que o anterior. Desse modo, não ocorreria conservação da corrente elétrica. Nesse modelo de concepção alternativa, a intensidade da corrente elétrica seria influenciada apenas por um resistor encontrado em seu caminho, sem sofrer influências de outros componentes do circuito que estivessem localizados após esse resistor (SILVEIRA; MOREIRA; AXT, 1989).

Em Silveira (2011) é apresentada uma tabela, ver Tab. 4.1, que compara concepções alternativas e concepções científicas sobre a intensidade da corrente elétrica em circuitos simples de corrente contínua.

Tabela 4.1 - Concepções sobre corrente elétrica em circuitos simples de corrente contínua.

Alternativas	Científicas
1. A corrente é uma forma de fluido produzido pela fonte ou gerador. A fonte é um depósito deste fluido, liberando-o para o circuito. A fonte produz ou armazena cargas para fornecê-las ao circuito.	1. A corrente elétrica é o movimento *"ordenado"* das cargas livres que pré-existem nos condutores. A fonte é responsável pelo campo elétrico que, exercido internamente aos condutores do circuito, coloca as cargas livres nos condutores em movimento *"ordenado"*. A fonte não produz ou armazena cargas; a fonte libera energia para produzir o movimento *"ordenado"* das cargas livres que sempre existem nas diversas partes do circuito.
2. A corrente que "*sai*", que é "*emitida*" pela fonte (gerador) é uma propriedade exclusiva desta, não sendo afetada pelos demais elementos do circuito	2. A intensidade da corrente produzida pela fonte não depende apenas da fonte. A parte do circuito externa à fonte também influencia a intensidade da corrente na fonte. A mesma fonte pode produzir correntes elétricas com intensidades diferentes, dependendo do que foi conectado entre seus terminais.
3. A corrente "desgasta-se", "dissipa-se" ao passar por *"obstáculos"* no circuito (lâmpadas, resistores, etc.), podendo até ser extinta caso passe por muitos "*obstáculos*". Conforme a corrente vai *"passando"* pelos *"obstáculos"*, vai se tornando mais fraca.	3. A corrente conserva-se espacialmente. Não importando quantos elementos existam associados em série, a intensidade da corrente é a mesma em todos eles. Para que a intensidade da corrente elétrica seja diferente em regiões diversas de um circuito, deve existir um ou mais nodos ou *divisores de corrente* (associações em paralelo) entre essas regiões. Quando isto ocorre, a corrente se divide, entretanto a soma das intensidades da corrente nas diversas partes é necessariamente igual à corrente total.
4. A intensidade da corrente elétrica é determinada pelo local em que ela "*está passando*" e pelos locais onde já "*passou*". Ela não pode ser influenciada pelos elementos onde ainda "*não passou*".	4. A intensidade da corrente elétrica em uma região do circuito depende de todo o circuito. O circuito é um sistema, isto é, modificando-se uma parte do circuito, altera-se a corrente em outras partes. Somente em situações muito especiais e idealizadas é possível alterar a intensidade da corrente elétrica em uma parte de um circuito sem alterar a intensidade em outras partes.

Fonte: Silveira (2011).

De acordo com Gravina e Buchewitz (1994), algumas concepções alternativas, compartilhadas por um grande número de estudantes, são muito resistentes a mudanças, persistindo mesmo após a realização de várias intervenções em sala de aula. Os autores pesquisaram essas concepções no estudo de circuitos elétricos formados por geradores, resistores e lâmpadas, usando testes de múltipla escolha e entrevistas. Em seu trabalho, realizado com estudantes do curso de licenciatura em ciências da Fundação Universidade do Rio Grande (FURG), eles identificaram as seguintes concepções alternativas:

A. A informação sobre os elementos do circuito só é “sentida” pela corrente elétrica quando ela chega a esses elementos.
B. A corrente elétrica não é conservada, parte dela é consumida ou transformada em energia quando atravessa um resistor (ou lâmpada).
C. Um resistor é um dispositivo capaz de fornecer “corrente-energia”, assim, quando a corrente elétrica atravessa um resistor, aumenta de valor.
D. Dos terminais da bateria saem cargas positivas e negativas, em sentidos opostos, e quando as mesmas chegam a um elemento, devido a atração entre elas, parte delas se neutralizam, aparecendo então, luz e/ou calor.
E. Ligar um elemento a um dos polos da bateria é suficiente para que existir passagem de corrente elétrica.
F. Lâmpadas idênticas sempre brilham igualmente.
G. A resistência equivalente não depende do tipo de ligação, ela é sempre proporcional ao número de resistores.
H. A corrente elétrica é inversamente proporcional à resistência elétrica, independente da diferença de potencial aplicada.
I. A diferença de potencial é considerada uma consequência da corrente elétrica e não sua causa.

4.2 DIFICULDADES CONCEITUAIS NO ESTUDO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

Dificuldades conceituais no estudo de circuitos elétricos formados por geradores e lâmpadas idênticas foram estudadas por McDermott e Shaffer (1992), em investigação realizada com mais de 500 estudantes universitários norte-americanos. Os pesquisadores notaram que os alunos não seguem um modelo único de raciocínio para entendimento desse conteúdo curricular. De acordo com os

autores, algumas dificuldades tendem a desaparecer durante o processo de instrução, enquanto outras persistem indefinidamente e interferem no processo de aprendizagem de conteúdos mais avançados. Eles agruparam essas dificuldades em três categorias, que não são mutuamente excludentes.

4.2.1 Categorias de dificuldades conceituais

4.2.1.1 Categoria A: Incapacidade de aplicar conceitos formais a circuitos elétricos.

Dentro dessa categoria, foram identificadas:

- **A.1 Dificuldades de natureza geral:**
    - Falta de distinção entre conceitos relativos a circuitos elétricos em série.
    - Falta de experiência concreta com circuitos reais.
    - Falha em entender e aplicar o conceito de um circuito elétrico completo.
- **A.2 Dificuldades com conceitos relacionados à corrente elétrica:**
    - Suposição de que o sentido da corrente e a ordem dos elementos em um circuito são importantes.
    - Suposição de que a corrente é “consumida” ao longo do circuito.
    - Suposição de que o gerador é uma fonte de corrente elétrica constante.
- **A.3 Dificuldades com os conceitos relacionados com diferença de potencial:**
    - Falha em reconhecer que um gerador ideal mantém uma diferença de potencial constante, entre seus terminais.
    - Falha em distinguir entre ramos conectados em paralelo com um gerador ou conectados em paralelo entre si mesmos.
    - Falha em distinguir potencial de diferença de potencial.
- **A.4 Dificuldades com os conceitos relativos à resistência elétrica.**
    - Tendência em concentrar atenção no número de resistores de um ramo do circuito.

- Falha em distinguir entre a resistência equivalente de uma associação e a resistência de um elemento individual.
- Dificuldade em identificar associações em série e em paralelo.

4.2.1.2 Categoria B: Incapacidade de relacionar representações formais e medidas numéricas em circuitos elétricos

A pesquisa realizada apontou, dentro dessa categoria:

- Falha em perceber que um diagrama de circuito é uma representação formal dos elementos e conexões elétricas. Essa representação, muitas vezes, guarda pouca semelhança física com o circuito real.
- Falha em tratar amperímetros e voltímetros como elementos do circuito.

4.2.1.3 Categoria C: Incapacidade de raciocinar qualitativamente sobre o comportamento de circuitos elétricos

Nessa categoria, McDermott e Shaffer (1992) observaram, como dificuldades conceituais:

- Tendência em usar raciocínio local e sequencial, ao invés de observar o circuito como um todo, de maneira holística.
- A falta de um modelo conceitual para prever e explicar o comportamento dos circuitos de corrente contínua simples.

4.3 TIPOS DE RACIOCÍNIOS RELACIONADOS A DIFICULDADES CONCEITUAIS E CONCEPÇÕES PRÉVIAS

Um trabalho apresentado no XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF) traz uma síntese dos tipos de raciocínios relacionados a dificuldades conceituais e concepções prévias (CATELLI; VILLAS BOAS; BALEN, 2009).

4.3.1 Raciocínio sequencial

O estudante tenta analisar o circuito considerando “antes” ou “após” a passagem da corrente elétrica por um determinado ponto. Nesse modelo, uma alteração em elementos do “início” do circuito, situados antes do ponto considerado, causaria modificações na intensidade da corrente elétrica, acarretando alterações na potência e no brilho de determinadas lâmpadas ligadas em série, por exemplo. Por outro lado, mudanças em elementos do “final” do circuito, posicionados após o ponto em questão, não seriam capazes de alterar a intensidade da corrente elétrica.

4.3.2 Raciocínio local

Caracteriza o comportamento de estudantes que concentram atenção em um determinado ponto do circuito, desprezando o que acontece nos demais pontos. Segundo os autores, esse tipo de raciocínio ocorre quando um estudante considera o gerador como uma fonte de corrente elétrica constante, independente do número de resistores ligados a ele.

4.3.3 Raciocínio de superposição.

Consiste em uma junção dos modelos apresentados anteriormente.

4.4 COMENTÁRIOS

De acordo com Catelli, Villas Boas e Balen (2009), existem numerosas pesquisas na área das concepções alternativas, porém, suas aplicações em sala de aula ainda são limitadas:

> A pesquisa ligada ao ensino e à aprendizagem das ciências, e da Física em especial, tem crescido muito nas últimas décadas. Do ponto de vista da quantidade de conhecimento colocada à disposição de professores e pesquisadores, o cenário é animador. Porém, do ponto de vista da ação em sala de aula, como resultado direto destas pesquisas, o cenário parece ser menos alvissareiro. Um contingente menor de pessoas, sejam pesquisadores, sejam professores, se dedica à concretização dos resultados destas pesquisas, no sentido acima referido (CATELLI; VILLAS BOAS; BALEN, 2009).

Esta dissertação apresentará um conjunto de atividades que foram realizadas em sala de aula, no intuito de superar as dificuldades de aprendizagem apresentadas anteriormente. Várias intervenções foram idealizadas, reunidas em uma sequência didática[3] e aplicadas em sete turmas de ensino médio.

Foram montados e apresentados aos alunos quatro tipos de circuitos, compostos por fontes de tensão elétrica e lâmpadas incandescentes idênticas. Cada um deles foi construído levando-se em conta as concepções alternativas mais frequentes no estudo dos circuitos. As apresentações desses experimentos foram associadas com a metodologia *Peer Instruction*, que permite, em hipótese, uma aprendizagem mais colaborativa. Desse modo, esperava-se que os estudantes que tivessem vencido suas dificuldades conceituais fossem capazes de compartilhar seus conhecimentos com os colegas que ainda não houvessem alcançado esse objetivo.

[3]A sequência didática é um conjunto de atividades ligadas entre si, planejadas para ensinar um conteúdo, etapa por etapa, organizadas de acordo com os objetivos que o professor quer alcançar para aprendizagem de seus alunos (PERETTI; TONIN DA COSTA, 2013).

5 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo tem como objetivo apresentar o conjunto de atividades efetuadas pelo autor deste trabalho e pelos estudantes, durante a aplicação do método proposto.

5.1 CONTEXTO

A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), *campus* Pinheiral, situado a, aproximadamente, 120 km da capital do estado. Localizado em uma fazenda de 318 hectares, o *campus* oferece os seguintes cursos técnicos integrados ao ensino médio regular: agropecuária, agroindústria, meio ambiente e informática, todos em regime seriado, com duração de três anos letivos. Além disso, é ofertado o curso de agroindústria na modalidade PROEJA, bem como o curso técnico de administração, na modalidade concomitante/subsequente ao ensino médio.

As intervenções ocorreram em sete turmas do ensino médio integrado a cursos técnicos, com um número total de 155 estudantes distribuídos, por sala, de acordo com a Tab.5.1.

Tabela 5.1- Turmas participantes da pesquisa.

Turma	Curso	Série	Horário das aulas de física	Número de alunos
TA 301	Técnico em agropecuária.	Terceira.	Terça-feira, de 14h30min até 16h00min.	20
TA 302	Técnico em agropecuária.	Terceira.	Quarta-feira, de 07h05min até 08h35min.	15
MA 303	Técnico em meio ambiente.	Terceira.	Quarta-feira, de 08h35min até 10h05min.	19
MA 304	Técnico em meio ambiente.	Terceira.	Terça-feira, de 16h20min até 17h50min.	29
TI 305	Técnico em informática.	Terceira.	Terça-feira, de 10h25min até 11h55min.	18
TI 105	Técnico em informática.	Primeira.	Quarta-feira, de 10h25min até 11h55min.	25
TI 106	Técnico em informática.	Primeira.	Terça-feira, de 13h00min até 14h30min.	29

A participação de alunos da primeira série de informática deve-se ao fato de que eles também estudam eletricidade, pois este conteúdo faz parte da matriz curricular do curso, para a série citada.

5.2 SELEÇÃO DAS QUESTÕES DO PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

A metodologia *Peer Instruction* faz uso de dois testes idênticos, denominados pré-teste e pós-teste. O primeiro deve ser aplicado, aos alunos, antes do início do método e o segundo, ao seu final. O desempenho de cada turma pesquisada pode ser avaliado de acordo com os resultados desses dois testes, usando-se como parâmetro o *ganho de Hake* (MAZUR, 2015).

O pré-teste pode se tornar, para o professor pesquisador, uma interessante fonte de informações a respeito das concepções alternativas dos alunos. No caso dos circuitos elétricos, tema do método desta pesquisa, artigos publicados no Brasil apresentam estudos sobre essas concepções. Um deles trata das concepções alternativas que os estudantes possuem, a partir de seus conhecimentos prévios a respeito de circuitos elétricos. Ele apresenta um teste que permite identificar se um estudante possui ou não concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples (SILVEIRA, 2011).

Em outro estudo (BALEN; VILLAS BOAS; CATELLI, 2008), pesquisadores afirmam que os alunos, quando analisam circuitos, os vêem de uma forma fragmentada e que usariam três formas de raciocínio: sequencial, local e superposição. Neste trabalho, os autores apresentam uma comparação entre os resultados obtidos por alunos de processos convencionais de ensino-aprendizagem com alunos submetidos a um processo de aprendizagem ativa.

O pré-teste e o pós-teste, com um total de 15 questões cada um, foram baseados nos dois artigos citados anteriormente (BALEN; VILLAS BOAS; CATELLI, 2008; SILVEIRA, 2011), com a seguinte estrutura:

- Questões 1 a 12: adaptadas de Silveira (2011).
- Questões 13 a 15: adaptadas de Balen, Villas Boas e Catelli (2008).

Foram selecionadas questões a respeito de circuitos elétricos compostos por geradores e resistores. Todas as questões possuem três alternativas, uma de acordo com concepções científicas e duas outras coerentes com concepções alternativas.

Os estudantes receberam os testes impressos e, após sua resolução, todo o material foi recolhido e analisado, a fim de se calcular o *ganho de Hake* para cada uma das turmas pesquisadas.

5.3 CIRCUITOS ELÉTRICOS

Os circuitos elétricos possuem numerosas aplicações práticas. No cotidiano, diversos aparelhos elétricos são utilizados nas residências e nos ambientes de trabalho e estudo.

Considerações sobre circuitos estão presentes em vários documentos oficiais brasileiros. As Orientações Curriculares para o Ensino Médio sugerem que o estudo do eletromagnetismo pode centrar-se nos circuitos elétricos, como indutor de temas da física contemporânea (BRASIL, 2006).

Os PCN+ situam os circuitos no Tema 4: Equipamentos elétricos e telecomunicações. Dentro desse tema, na unidade temática 1, estão listadas algumas competências relacionadas ao seu estudo:

> • Em aparelhos e dispositivos elétricos residenciais, identificar seus diferentes usos e o significado das informações fornecidas pelos fabricantes sobre suas características (voltagem, frequência, potência etc.).
>
> • Relacionar essas informações a propriedades e modelos físicos, visando explicar seu funcionamento e dimensionar circuitos simples para sua utilização.
>
> • Compreender o significado das redes de 110 V e 220 V, calibre de fios, disjuntores e fios-terra para analisar o funcionamento de instalações elétricas domiciliares e utilizar manuais de instrução de aparelhos elétricos, para conhecer procedimentos adequados a sua instalação, utilização segura ou precauções em seu uso.
>
> • Dimensionar o custo do consumo de energia em uma residência ou outra instalação, propondo alternativas seguras para a economia de energia (BRASIL, 2002).

A Base Nacional Comum Curricular[4] (BNC) afirma que a vida contemporânea é inconcebível sem a eletricidade. Ela propõe seis unidades de conhecimento para organização dos currículos de física e enquadra os circuitos elétricos na Unidade de Conhecimento 3F - eletromagnetismo em sistemas e processos naturais e tecnológicos. Entre os objetivos de aprendizagem descritos nessa unidade, está a investigação sobre circuitos elétricos simples (BRASIL, 2015).

O livro didático adotado no colégio, Ser Protagonista: Física, 3º ano (STEFANOVITS, 2013), apresenta circuitos compostos por vários elementos: geradores, receptores, resistores, capacitores, chaves, interruptores, disjuntores e fusíveis. Para o desenvolvimento desta pesquisa foi adotado, tanto na parte teórica

[4]A ANPEd (Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação) emitiu uma nota com posicionamentos críticos em relação à Base Nacional Comum Curricular, disponível em http://www.anped.org.br/sites/default/files/nota_da_anped_sobre_a_entrega_da_terceira_versao_da_base_nacional_comum_curricular_abril_2017.pdf.

quanto em demonstrações de experimentos, o estudo de circuitos elétricos formados por lâmpadas incandescentes conectadas à rede elétrica do Instituto.

A dinâmica de se associar o método *Peer Instruction* com atividades experimentais, em salas de aula, já foi descrita por Mazur. Para exemplificar, o autor narrou como abordava o conteúdo circuitos elétricos compostos por lâmpadas e geradores. Ele explicava brevemente a teoria, propunha um teste conceitual e, após as discussões entre os alunos, realizava o experimento. Desse modo, seus alunos conseguiam visualizar, em funcionamento, o que eles haviam previsto, no momento em que resolviam a questão. De acordo com suas observações, os estudantes manifestavam reações entusiasmadas, quando o experimento refletia o que eles haviam concluído a respeito da questão teórica (MAZUR, 2015).

Já no Brasil, Oliveira (2012) optou por apresentar experimentos antes dos testes conceituais, visando demonstrar, de maneira prática, regras e conceitos estudados em eletromagnetismo.

5.3.1 Circuitos apresentados em sala de aula

No primeiro bimestre letivo de 2016, foram apresentadas aos estudantes a definição de intensidade de corrente elétrica e as duas leis de Ohm. Foram explicadas as relações entre corrente elétrica, diferença de potencial e potência, em um determinado resistor. Na ocasião, o autor deste trabalho introduziu o conceito de força eletromotriz e estabeleceu que o brilho de uma lâmpada incandescente[5]possui relação direta com a potência elétrica por ela dissipada. Desse modo, foram criadas as condições teóricas para o estudo de circuitos elétricos, que ocorreu no segundo bimestre letivo desse ano e contou com demonstrações de experimentos realizadas em salas de aula.

Durante a realização das atividades experimentais, foi demonstrado o funcionamento de quatro circuitos elétricos, construídos no *campus* do IFRJ Pinheiral. Para confecção dos experimentos, foram utilizados materiais disponíveis no comércio da cidade:

[5]O filamento de uma lâmpada incandescente é um condutor de resistência variável, pois sua resistividade aumenta quando ele passa da temperatura ambiente para sua temperatura de operação, acima de 2000 K (SILVEIRA; 2015).

- Uma chapa de madeira compensada, tipo *madeirit*, com 2,20 m de comprimento por 1,10 m de largura;
- 11 m de fio liso, com área de seção transversal ou “bitola” igual a 2,50 mm^2;
- 4,0 m de fio paralelo, com área de seção transversal ou “bitola” igual a 2,50 mm^2;
- Fixa-fios plásticos, tipo “prego miguelão”;
- Conectores de fios, de plástico;
- Bocais para lâmpadas, cerâmicos;
- Quatro plugues machos;
- Quatro interruptores sobrepostos simples;
- Três lâmpadas incandescentes (L_1, L_2 e L_3), cada uma com potência nominal de 60 W.

A chapa de madeira foi cortada em quatro partes, com dimensões aproximadamente iguais. Desse modo, foram obtidas as bases para as montagens a seguir dos circuitos.

O circuito 1 foi utilizado para demonstrar como são realizadas as conexões entre seus vários componentes e o funcionamento de um multímetro.

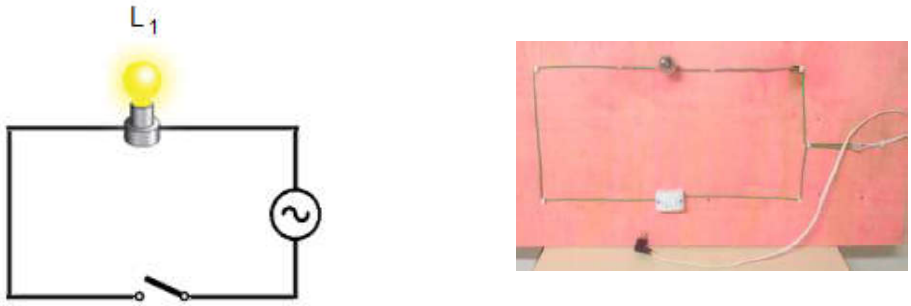


Figura 5.1 - Diagrama e fotografia do circuito 1.

O circuito 2 é uma associação em série de três resistores, representados por lâmpadas incandescentes de 60 W. Os resultados do pré-teste indicam que 56% dos alunos respondentes pensavam que a lâmpada L_3 brilharia menos do que as demais ou sequer se acenderia. A análise dessas respostas indica presença de uma

concepção alternativa conhecida como raciocínio sequencial[6]. A partir disso, foi idealizada uma explanação teórica, capaz de levar os estudantes a desenvolverem concepções científicas a respeito de uma associação em série. Essa explanação foi complementada com a demonstração do circuito, onde cada uma das lâmpadas foi conectada e desconectada, com especial atenção a L_1 e L_3.

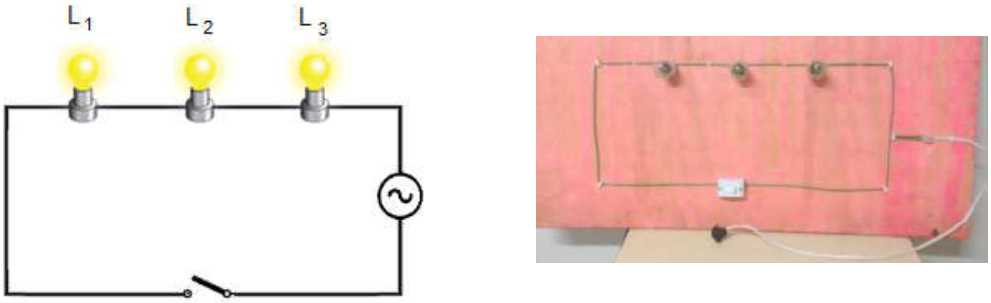


Figura 5.2 - Diagrama e fotografia do circuito 2.

O circuito 3 foi projetado para simular algumas condições reais de uma instalação elétrica residencial. Ele é composto por uma associação em paralelo de três lâmpadas incandescentes de 60 W. Quando uma delas foi retirada, os alunos puderam perceber que, ao contrário da associação em série, as demais lâmpadas continuavam funcionando normalmente. Também foram capazes de comparar o brilho das lâmpadas com o que haviam observado nos circuitos anteriores.

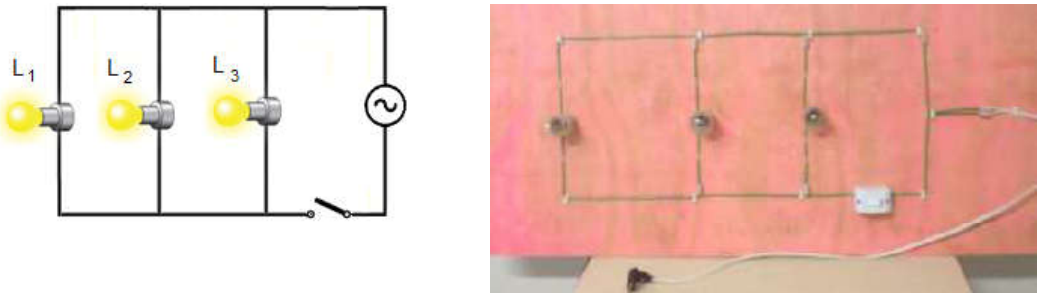


Figura 5.3 - Diagrama e fotografia do circuito 3.

A associação mista com três lâmpadas incandescentes, representada no circuito 4, foi idealizada para demonstrar a variação da intensidade da corrente elétrica total e, consequentemente, a mudança no brilho das lâmpadas, quando o trecho em paralelo está em funcionamento. Desse modo, os alunos perceberam que L_1 brilhava mais do que L_2 e L_3 e que essas duas últimas emitiam o mesmo brilho.

[6]O estudante tenta analisar o circuito considerando “antes” ou “após” a passagem da corrente elétrica por um determinado ponto (CATELLI; VILLAS BOAS; BALEN, 2009).

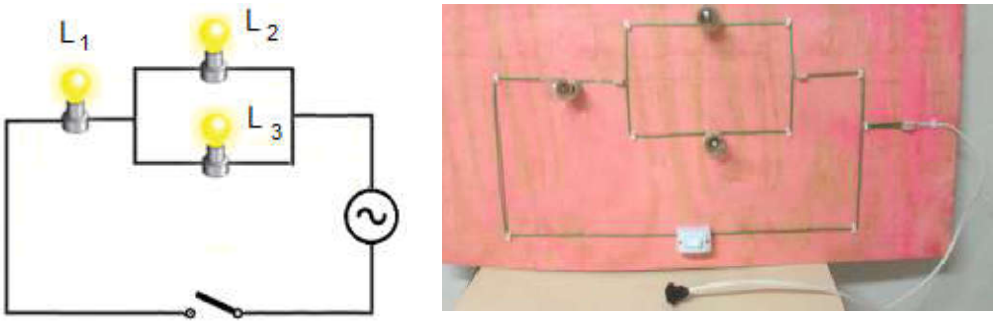


Figura 5.4 - Diagrama e fotografia do circuito 4.

5.4 SELEÇÃO DOS TESTES CONCEITUAIS

Os testes conceituais foram selecionados, inicialmente, através de uma busca no livro *Peer Instruction*: a revolução da aprendizagem ativa (MAZUR, 2015).Após esgotar essa fonte, foram analisados livros didáticos, exames e vestibulares brasileiros, para efetuar a escolha de questões adequadas aos pressupostos da metodologia em estudo.

Os alunos receberam todos os testes impressos. Ao final de cada aula, após a resolução das questões, o material era recolhido e arquivado. Durante as atividades próprias do método *PI*, todos os dados sobre as escolhas de opções corretas foram obtidos usando o aplicativo para celular *Plickers*.

Os materiais fornecidos aos estudantes, com todos os testes conceituais, serão apresentados em anexos, ao final da dissertação.

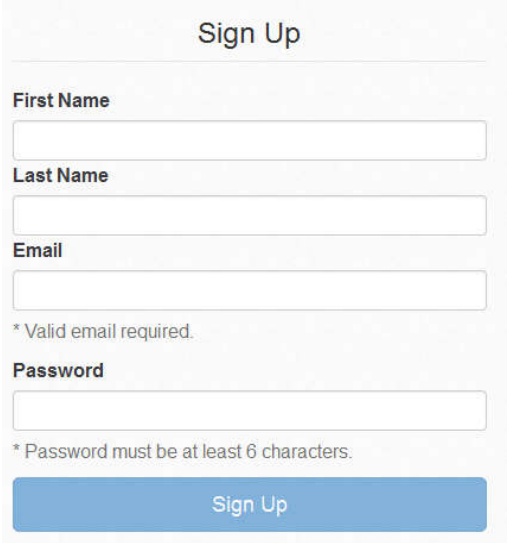
5.5 USO DO APLICATIVO PLICKERS

O aplicativo gratuito *Plickers*, disponível para celulares, foi usado para contabilizar as opções dos alunos, em cada teste conceitual. Ele permite uma rápida determinação da frequência de acertos da turma. Antes de sua utilização, foi necessário cadastrar todas as turmas, bem como os testes conceituais que seriam trabalhados em cada uma, em uma área restrita do *site* do aplicativo, acessível por*login* e senha (disponível no *site www.plickers.com*).

A inscrição no *site* do aplicativo é semelhante ao processo de inscrição em uma conta de *e-mail* e pode ser realizada da seguinte maneira:

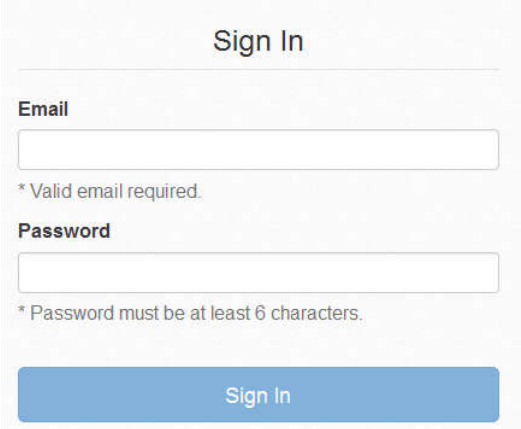
1. Acessar o *site www.plickers.com*.
2. Inscrever-se, gratuitamente, no serviço oferecido pelo site, clicando no comando apresentado a seguir:

3. O usuário será direcionado para a seguinte tela, onde ele deverá cadastrar os dados solicitados pelo *site*:



4. Ao finalizar a inscrição, o usuário poderá acessar a área restrita do site clicando no seguinte comando:

5. Logo após, será direcionado à seguinte tela:



6. Ao preencher os dados solicitados, o acesso à área restrita será liberado, onde o usuário poderá salvar pastas contendo os testes conceituais que

serão utilizados. Quando o aplicativo for aberto no celular, o usuário deverá cadastrar seu *login* e *senh*a e, automaticamente, todas as questões cadastradas no ambiente do *site* serão transferidas para o aparelho.

Durante as aulas com o método *Peer Instruction*, cada aluno apresentava suas respostas ao professor por um cartão individual, correspondente ao seu número na chamada, disponível para *download* e impressão no site do *Plickers*. Usando a câmera do celular, o aplicativo identificava a alternativa escolhida por cada estudante, em uma determinada questão e apresentava ao professor a porcentagem de acertos da turma, instantes após a leitura dos cartões.

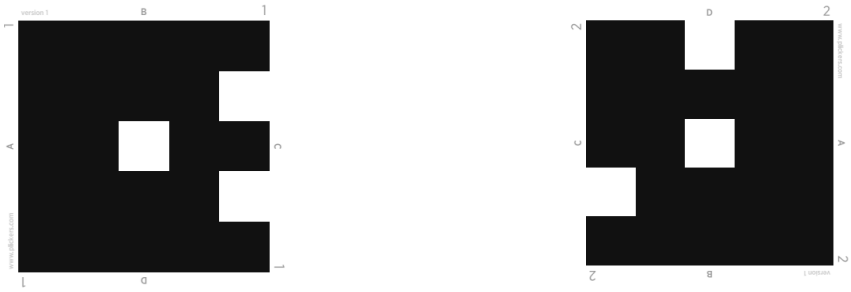


Figura 5.5 - Cartões *Plickers*.

Todo o histórico das atividades realizadas fica salvo no *site*, para consulta. Como exemplo, a Fig.5.6 apresenta resultados gerados pelo aplicativo, para atividades realizadas em uma aula com 18 alunos presentes, durante a pesquisa que deu origem a esta dissertação. Na ocasião, quando os alunos resolveram um teste conceitual, individualmente e em silêncio, a turma obteve 56% de acertos, com apenas dez alunos escolhendo a alternativa correta. Após a discussão em grupos, os debates e trocas de ideias, a porcentagem de acertos subiu para 83%.

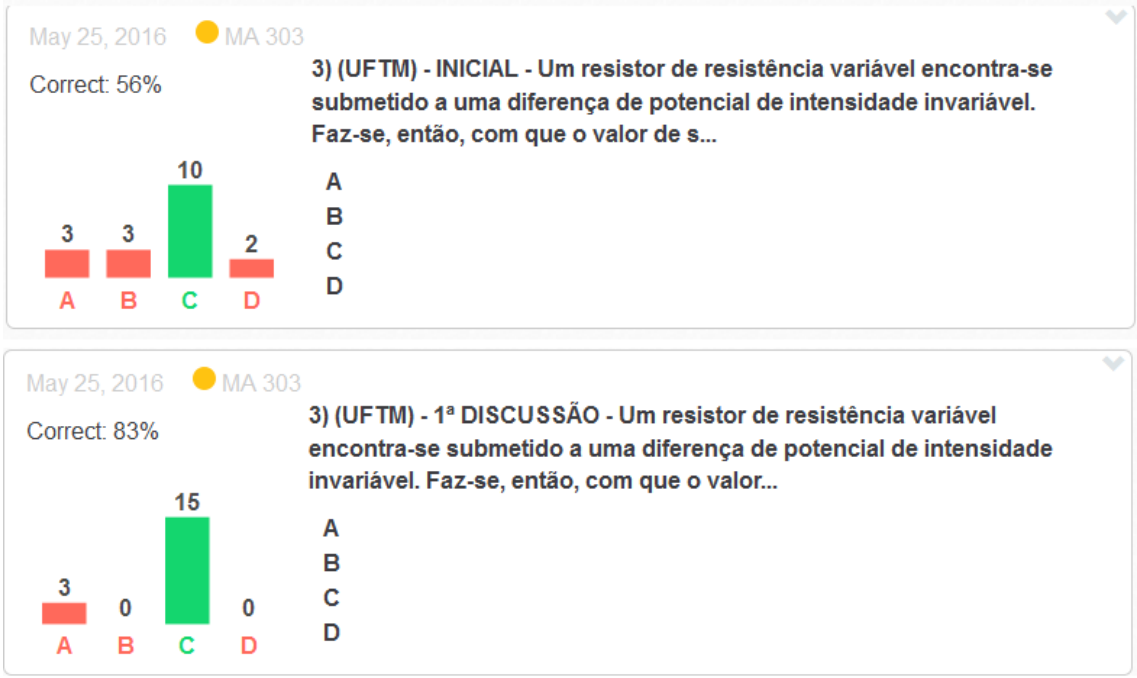


Figura 5.6 - Instantâneo de uma tela de computador com resultados de um teste conceitual.

Esse aplicativo apresenta algumas vantagens em relação a outros métodos de apuração de respostas. Ele é capaz de colher dados mesmo sem o celular estar conectado à *internet*. Nesse caso, em um momento posterior, quando o celular se conectar a alguma rede, o *Plickers* transfere, automaticamente, as informações do telefone para a área restrita de seu *site*, sem apagá-las do aparelho. Seu uso não requer, em sala de aula, computadores ou outros dispositivos eletrônicos além do *smartphone*. Os cartões foram impressos e plastificados apenas uma vez. Ao final de cada aula, eram recolhidos e utilizados na próxima turma, sem custos adicionais.

5.6 PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

Os procedimentos apresentados a seguir foram realizados durante as aulas do autor deste trabalho, docente efetivo de física do IFRJ, *campus* Pinheiral. A carga horária de sua disciplina, nas turmas TA 301, TA 302, MA 303, MA 304 e TI 305 era de dois tempos semanais, com 45 minutos de duração cada um, sem intervalo entre eles. As turmas TI 105 e TI 106 possuíam quatro tempos, pois o conteúdo de física era dividido em duas frentes de trabalho, mecânica e eletricidade, cada uma com dois tempos semanais. Nessas salas, a pesquisa ocorreu apenas durante as aulas

de eletricidade. Para fins de entendimento, será adotado o termo aula, a partir de agora, como um conjunto de dois tempos de 45 minutos cada.

Ao longo de sete aulas, totalizando 10,5 horas em cada turma, foram realizadas várias atividades, envolvendo aspectos teóricos e experimentais relacionados ao estudo de circuitos elétricos. Os circuitos foram ligados à rede elétrica do *campus* e os elementos resistivos eram representados por lâmpadas incandescentes idênticas. A Tab. 5.2 apresenta um cronograma com a descrição das atividades desenvolvidas em cada aula.

Tabela 5.2 - Cronograma e descrição das atividades realizadas.

Data	Turmas	Conteúdo ministrado	Tarefas aos alunos
Aula 1 17/05/2016	TI 305 TI 106 TA 301 MA 304	Apresentação do método.	Aplicação do pré-teste. Indicação de leitura do livro didático, páginas 54 a 79 (para casa).
Aula 1 18/05/2016	TA 302 MA 303 TI 105	Apresentação do método.	Aplicação do pré-teste. Indicação de leitura do livro didático, páginas 54 a 79 (para casa).
Aula 2 24/05/2016	TI 305 TI 106 TA 301 MA 304	Exposição teórica sobre eletrodinâmica, resistores, leis de Ohm e potência elétrica.	Testes conceituais e discussões. Indicação de leitura do livro didático, páginas 80 a 85 (para casa).
Aula 2 25/05/2016	TA 302 MA 303 TI 105	Exposição teórica sobre eletrodinâmica, resistores, leis de Ohm e potência elétrica.	Testes conceituais e discussões. Indicação de leitura do livro didático, páginas 80 a 85 (para casa).
Aula 3 31/05/2016	TI 305 TI 106 TA 301 MA 304	Exposição teórica sobre circuitos elétricos com um gerador e um resistor. Apresentação do circuito elétrico 1. Demonstração do funcionamento do multímetro.	Testes conceituais e discussões. Indicação de leitura do livro didático, páginas 86 e 87 (para casa).
Aula 3 01/06/2016	TA 302 MA 303 TI 105	Exposição teórica sobre circuitos elétricos com um gerador e um resistor. Apresentação do circuito elétrico 1. Demonstração do funcionamento do multímetro.	Testes conceituais e discussões. Indicação de leitura do livro didático, páginas 86 e 87 (para casa).
Aula 4 07/06/2016	TI 305 TI 106 TA 301 MA 304	Exposição teórica sobre circuitos elétricos com associação de resistores em série. Apresentação do circuito elétrico 2.	Testes conceituais e discussões. Indicação de leitura do livro didático, páginas 88 a 90 (para casa).
Aula 4 08/06/2016	TA 302 MA 303 TI 105	Exposição teórica sobre circuitos elétricos com associação de resistores em série. Apresentação do circuito elétrico 2.	Testes conceituais e discussões. Indicação de leitura do livro didático, páginas 88 a 90 (para casa).
Aula 5	TI 305	Exposição teórica sobre circuitos	Testes conceituais e discussões.

14/06/2016	TI 106 TA 301 MA 304	elétricos com associação de resistores em paralelo. Apresentação do circuito elétrico 3.	Indicação de leitura do livro didático, páginas 91 e 92 (para casa).
Aula 5 15/06/2016	TA 302 MA 303 TI 105	Exposição teórica sobre circuitos elétricos com associação de resistores em paralelo. Apresentação do circuito elétrico 3.	Testes conceituais e discussões. Indicação de leitura do livro didático, páginas 91 e 92 (para casa).
Aula 6 21/06/2016	TI 305 TI 106 TA 301 MA 304	Exposição teórica sobre circuitos elétricos com associação mista de resistores. Apresentação do circuito elétrico 4.	Testes conceituais e discussões. Indicação de leitura do livro didático, páginas 93 e 96 (para casa).
Aula 6 29/06/2016	TA 302 MA 303 TI 105	Exposição teórica sobre circuitos elétricos com associação mista de resistores. Apresentação do circuito elétrico 4.	Testes conceituais e discussões. Indicação de leitura do livro didático, páginas 93 e 96 (para casa).
Aula 7 21/06/2016	TI 305 TI 106 TA 301 MA 304		Aplicação do pós-teste.
Aula 7 06/07/2016	TA 302 MA 303 TI 105		Aplicação do pós-teste.

As aulas 1 e 7 foram dedicadas às aplicações do pré-teste e pós-teste. Nas demais, foi realizada a sequência de procedimentos descritos a seguir(ARAUJO et al., 2017), a saber:

1. Nos primeiros dez minutos de cada aula foram abordados os pontos fundamentais, teóricos, do conteúdo programado para aquele dia. Nesse momento, não foram apresentadas deduções ou exemplos que já estivessem no livro didático (MAZUR, 2015).
2. Logo após a explanação teórica, foi apresentado o circuito elétrico programado para a aula. Com o interruptor ligado, foram identificados os componentes do circuito e o tipo de ligação entre eles. Além disso, foram estabelecidas as relações entre diferença de potencial, corrente elétrica e potência elétrica, em cada uma das lâmpadas. Esses procedimentos duravam, em média, entre 5 e 10 minutos. Todos os experimentos foram realizados em sala de aula, pois o laboratório de física do *campus*, montado em um contêiner pertencente ao Programa Escola Aberta do Brasil (e-Tec) comporta, no máximo, seis alunos, simultaneamente.
3. Em seguida, eram propostos testes conceituais, cujas respostas, discussões e análises de resultados seguiam o método *PI*, descrito anteriormente. Cada estudante recebeu uma folha impressa, com todas as

questões que seriam resolvidas na aula. Ao final, esse material foi recolhido e arquivado pelo professor, para análises posteriores. Todas as questões trabalhadas farão parte do produto educacional desta dissertação.

4. Durante as discussões, os alunos eram incentivados a observar novamente o funcionamento de cada circuito, buscando relacionar o que estavam vendo com aquilo que era cobrado em cada teste conceitual.
5. Próximo do final da aula era indicada uma leitura do livro texto, relativa ao assunto que seria abordado no próximo encontro. Essa atividade poderia ser realizada em casa ou, se os alunos preferissem, no próprio *campus*. Como cada um dos estudantes tem seu próprio armário, o livro poderia ser guardado ali mesmo e consultado no horário mais conveniente.

Ao longo de cada aula foram utilizados os seguintes materiais de apoio, além dos testes conceituais impressos:

- Quadro branco e pincéis;
- Um *smartphone*, com o aplicativo *Plickers*;
- Cartões do aplicativo *Plickers*, para escolha das opções corretas, em cada questão conceitual.

5.7 ASPECTOS RELEVANTES OBSERVADOS DURANTE O DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

As intervenções idealizadas apresentavam aspectos inovadores, em relação a uma aula expositiva, tradicional, de física. Portanto, mesmo após a preparação de todos os procedimentos, ainda havia certa dúvida sobre a reação dos alunos ao que estava sendo proposto.

Para minimizar um eventual estranhamento em relação ao método descrito, foram introduzidos, ainda no início do ano letivo de 2016, alguns testes conceituais modelo *PI* e o uso dos cartões *Plickers*, fora do âmbito desta pesquisa de mestrado. Foram observadas reações positivas nos alunos, que demonstraram interesse na resolução das questões e no debate com seus colegas, buscando acertar os testes propostos. A dinâmica do método de Instrução por Pares, com discussões e reflexões, bem como o uso da tecnologia associada ao *Plickers*, com seu sistema de

cartões de respostas, contribuíam para manter os alunos atentos à matéria em estudo. Não foram observados assuntos paralelos, fora do conteúdo da aula ou, ainda, casos de indisciplina. Consequentemente, quandoa pesquisa de mestrado foi iniciada, em maio de 2016, as turmas já conheciam parte da metodologia e não houve maiores dificuldades em sua realização.

A apresentação dos circuitos elétricos foi, para grande parte dos alunos, o primeiro contato com atividades práticas de física. Apesar de serem experimentos de baixa complexidade, eles estão diretamente relacionados ao dia-a-dia e, desse modo, despertaram curiosidade na maioria dos estudantes. Alguns deles acharam interessante o fato de a ligação das lâmpadas à rede elétrica ser mais simples do que pensavam.

O método *PI* gera estatísticas de acertos em cada questão. Os estudantes perguntavam, frequentemente, como tinha sido o desempenho da turma em cada teste, nos diferentes momentos da metodologia. Aparentemente, eles tinham um grande interesse em melhorar o índice de acertos, com alguns chegando a comemorar quando acertavam a questão.

Outro aspecto positivo observado foi a possibilidade de, aula a aula, o professor repensar sua prática pedagógica. Se, numa determinada turma, alguma questão apresentasse dificuldade acima do esperado, o pesquisador modificava a explanação teórica ou mesmo a maneira de apresentar o circuito, nas demais salas, aprimorando o processo ensino-aprendizagem.

O método *PI* exige preparação aula por aula, com especial atenção na escolha dos testes conceituais. Para as aulas apresentadas neste trabalho, foi consultado todo o conjunto de questões de eletrodinâmica do livro de Eric Mazur (MAZUR, 2015). Além disso, foram pesquisadas questões em livros didáticos, vestibulares e nas diferentes edições do ENEM. Uma consulta desse porte é demorada e necessita de bastante dedicação do pesquisador.

A preparação dos experimentos levou certo tempo. Inicialmente, foram selecionados os circuitos mais adequados para a pesquisa, bem como para utilização em sala de aula. A escolha dos materiais, sua compra e montagem nos suportes de madeira consumiu, aproximadamente, dez horas de trabalho.

O uso do *Plickers* como ferramenta de auxílio para o método *PI* também exigiu certo tempo, em torno de duas horas por aula. A inserção das questões

conceituais no site do aplicativo só pode ser feita após a digitação de cada uma delas. Para os pesquisadores que não estejam familiarizados com tais procedimentos, essa etapa pode tornar-se mais demorada.

5.8 ANÁLISE DO MÉTODO PELO *GANHO DE HAKE*

O ganho normalizado *g*, ou *ganho de Hake*, é um parâmetro usado para medir a evolução do aprendizado de uma turma submetida a um determinado método de ensino, adotado em literaturas especializadas, nacionais e internacionais (HAKE, 1998; BARROS et al., 2004; MAZUR, 2015). Esse parâmetro analisa, quantitativamente, a porcentagem de acertos em pré-testes e pós-testes, através da razão entre o ganho de uma turma e o ganho máximo possível, para a mesma turma. O pré-teste é realizado antes do início do conteúdo e da aplicação do método de ensino e o pós-teste após o término do conteúdo ministrado. Os dois testes devem ser, obrigatoriamente, iguais. O ganho é calculado pela seguinte expressão (BARROS et al., 2004).

$$g = \frac{\%\text{pós} - \%\text{pré}}{100\% - \%\text{pré}} \qquad (1)$$

Na Eq. 1, %pós é a porcentagem de acertos no pós-teste, em determinada turma, e %pré é a porcentagem de acertos no pré-teste, para a mesma turma. Nas tabelas de 5.3 a 5.9 estão apresentados os cálculos desse ganho, para cada turma.

Tabela 5.3-*Ganho de Hake* para a turma TA 301.

TURMA TA 301	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
Alunos presentes	20	20
Total de questões respondidas	$20 \times 15 = 300$	$20 \times 15 = 300$
Total de acertos	76	125
Porcentagem de acertos	$\frac{76}{300} = 0{,}253 = 25{,}3\%$	$\frac{125}{300} = 0{,}417 = 41{,}7\%$
Ganho de Hake	$g = \frac{41{,}7\% - 25{,}3\%}{100\% - 25{,}3\%} = \frac{16{,}4\%}{74{,}7\%} = 0{,}22$	

Tabela 5.4- *Ganho de Hake* para a turma TA 302.

TURMA TA 302	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
Alunos presentes	12	15
Total de questões respondidas	$12 \times 15 = 180$	$15 \times 15 = 225$
Total de acertos	53	85

Porcentagem de acertos	$\frac{53}{180} = 0{,}294 = 29{,}4\%$	$\frac{85}{225} = 0{,}378 = 37{,}8\%$
Ganho de Hake	$g = \frac{37{,}8\% - 29{,}4\%}{100\% - 29{,}4\%} = \frac{8{,}4\%}{70{,}6\%} = 0{,}12$	

Tabela 5.5 - *Ganho de Hake* para a turma MA 303.

TURMA MA 303	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
Alunos presentes	18	19
Total de questões respondidas	$18 \times 15 = 270$	$19 \times 15 = 285$
Total de acertos	78	135
Porcentagem de acertos	$\frac{78}{270} = 0{,}289 = 28{,}9\%$	$\frac{135}{285} = 0{,}474 = 47{,}4\%$
Ganho de Hake	$g = \frac{47{,}4\% - 28{,}9\%}{100\% - 28{,}9\%} = \frac{18{,}5\%}{71{,}1\%} = 0{,}26$	

Tabela 5.6 - *Ganho de Hake* para a turma MA 304.

TURMA MA 304	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
Alunos presentes	18	27
Total de questões respondidas	$18 \times 15 = 270$	$27 \times 15 = 405$
Total de acertos	85	224
Porcentagem de acertos	$\frac{85}{270} = 0{,}315 = 31{,}5\%$	$\frac{224}{405} = 0{,}553 = 55{,}3\%$
Ganho de Hake	$g = \frac{55{,}3\% - 31{,}5\%}{100\% - 31{,}5\%} = \frac{23{,}8\%}{68{,}5\%} = 0{,}35$	

Tabela 5.7- *Ganho de Hake* para a turma TI 305.

TURMA TI 305	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
Alunos presentes	13	17
Total de questões respondidas	$13 \times 15 = 195$	$17 \times 15 = 255$
Total de acertos	58	142
Porcentagem de acertos	$\frac{58}{195} = 0{,}297 = 29{,}7\%$	$\frac{142}{255} = 0{,}557 = 55{,}7\%$
Ganho de Hake	$g = \frac{55{,}7\% - 29{,}7\%}{100\% - 29{,}7\%} = \frac{26{,}0\%}{70{,}3\%} = 0{,}37$	

Tabela 5.8 - *Ganho de Hake* para a turma TI 105.

TURMA TI 105	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
Alunos presentes	24	24
Total de questões respondidas	$24 \times 15 = 360$	$24 \times 15 = 360$
Total de acertos	120	173
Porcentagem de acertos	$\frac{120}{360} = 0{,}333 = 33{,}3\%$	$\frac{173}{360} = 0{,}481 = 48{,}1\%$
Ganho de Hake	$g = \frac{48{,}1\% - 33{,}3\%}{100\% - 33{,}3\%} = \frac{14{,}8\%}{66{,}7\%} = 0{,}22$	

Tabela 5.9 - *Ganho de Hake* para a turma TI 106.

TURMA TI 106	PRÉ-TESTE	PÓS-TESTE
Alunos presentes	28	28
Total de questões respondidas	$28 \times 15 = 420$	$28 \times 15 = 420$
Total de acertos	137	231
Porcentagem de acertos	$\frac{137}{420} = 0{,}326 = 32{,}6\%$	$\frac{231}{420} = 0{,}550 = 55{,}0\%$
Ganho de Hake	$g = \frac{55{,}0\% - 32{,}6\%}{100\% - 32{,}6\%} = \frac{22{,}4\%}{67{,}4\%} = 0{,}33$	

Os resultados calculados foram sintetizados na Tab. 5.10, para comparação do *ganho de Hake* entre as turmas.

Tabela 5.10 - Dados comparativos do *ganho de Hake*.

Turma	TA301	TA 302	MA303	MA 304	TI305	TI105	TI106
Número de alunos que fizeram o pré-teste.	20	12	18	18	13	24	28
Número de alunos que fizeram o pós-teste.	20	15	19	27	17	24	28
Porcentagem de acertos no pré-teste.	25,3	29,4	28,9	31,5	29,7	33,3	32,6
Porcentagem de acertos no pós-teste.	41,7	37,8	47,4	55,3	55,6	48,1	55,0
Ganho de Hake	0,22	0,12	0,26	0,35	0,37	0,22	0,33

5.8.1 Interpretação dos resultados de acordo com Hake (1998)

Um artigo publicado por Hake (1998) apresenta três faixas de ganho normalizado, definidas a partir de análises de desempenho em protocolos pré-pós testes realizados por 6542 estudantes, nos Estados Unidos da América.

Turmas de ganho baixo apresentam valores de $g < 0{,}30$ e, de modo geral, são aquelas onde o professor adotou uma metodologia de ensino mais tradicional, com aulas expositivas e pouca interação entre os colegas, em sala de aula. O trabalho de Hake apresenta 2084 estudantes nessa faixa.

Os resultados das turmas TA 301, TA 302, MA 303 e TI 105 permitem afirmar que, para elas, as intervenções realizadas nesta pesquisa conduziram a valores esperados para turmas tradicionais, abaixo dos previstos para turmas submetidas a processos de aprendizagem ativa. Dessa forma, em relação aos valores adotados por Hake, a associação do método *Peer Instruction* com demonstrações de

experimentos não pode ser considerada uma estratégia de aprendizagem ativa, para essas quatro turmas.

Hake (1998) observou, analisando o desempenho de 4458 estudantes submetidos ao mesmo protocolo citado anteriormente, que turmas onde métodos mais interativos são aplicados, entre eles a *Peer Instruction*, apresentam resultados para g no intervalo $0{,}30 \leq g < 0{,}70$ e, de acordo com o pesquisador, devem ser consideradas turmas de ganho médio. Os resultados das turmas MA 304, TI 305 e TI 106 estão situados na classe de ganho médio. Seus valores são compatíveis com os esperados em cursos realizados com metodologias de aprendizagem ativa.

Já as turmas com ganhos normalizados iguais ou maiores que 0,70 estariam situadas em uma faixa de ganho alto. O trabalho original de Hake (1998) não apresenta turmas com ganhos situados nessa faixa e, do mesmo modo, nenhuma turma pesquisada no IFRJ atingiu valores para g situados nesse intervalo.

5.8.2 Interpretação dos resultados segundo Mazur (2015)

De acordo com Mazur (2015), classes onde a metodologia *Peer Instruction* foi aplicada devem apresentar $g > 0{,}36$. Apenas a turma TI 305 apresentou *ganho de Hake* dentro dessa faixa de valores. Desse modo, em relação ao estabelecido por Mazur (2015), as intervenções realizadas não foram capazes de promover aprendizagem ativa, nas demais turmas.

5.8.3 Interpretação dos resultados de acordo com autores brasileiros

Na literatura nacional, os valores encontrados são diferentes. Professores da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF) efetuaram pesquisas envolvendo metodologias de engajamento interativo, adotando o intervalo de $0{,}10 < g < 0{,}20$ para classes submetidas a métodos tradicionais (BARROS et al, 2004). No presente trabalho, apenas uma das turmas investigadas (TA 302) revelou ganho abaixo de 0,20. As outras seis turmas apresentaram resultados condizentes com aqueles esperados após um processo de aprendizagem ativa.

Em trabalho mais recente, Santos (2015) utilizou a Instrução por Pares em duas turmas de primeiro ano dos cursos de Ciências Exatas e Engenharia, na

Universidade Federal de Itajubá. Os ganhos normalizados obtidos foram de 0,20 e 0,17. Apenas uma turma do IFRJ (TA 302) encontra-se nesta faixa.

Outra pesquisa brasileira foi desenvolvida por Diniz (2015), no Colégio de Aplicação João XXIII, da UFJF. Ele aplicou a *Peer Instruction* em uma turma de primeira série do ensino médio, obtendo g = 0,10. Todas as turmas apresentadas nesta dissertação possuem valores de g maiores que 0,10.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência didática que foi desenvolvida no IFRJ apresenta alguns aspectos que a diferenciam de outras, baseadas em aulas tradicionais de física. O tempo de exposição da teoria, pelo professor, não ocupou mais do que quinze minutos de cada aula. Além disso, o método *Peer Instruction*, associado com apresentações de circuitos elétricos em funcionamento, permitiu maior interação entre os alunos, na busca da resposta correta para cada teste conceitual.

A pesquisa ocorreu em uma instituição com características específicas, próprias de um Instituto Federal. O ensino médio, no IFRJ, é integrado a cursos técnicos e realizado em horário integral, com duração total de três anos letivos. Desse modo, além das disciplinas básicas, ainda existe a obrigatoriedade de cursar as disciplinas técnicas. Nesse contexto, a física, conforme exposto na seção 5.1, é trabalhada com dois tempos de aula, totalizando 90 minutos semanais. A sequência didática foi dimensionada para um bimestre e aplicada levando-se em conta as particularidades do IFRJ, *campus* Pinheiral.

As atividades experimentais foram realizadas em salas de aula, pois o laboratório didático do *campus* comporta, no máximo, seis alunos, simultaneamente. Como os estudantes têm aulas em dois turnos, manhã e tarde, não foi possível dividir cada turma em pequenos grupos e levá-los ao laboratório. Eles não possuíam horários livres disponíveis para essa atividade.

O cálculo do *ganho de Hake* conduziu a valores que devem ser analisados com cautela. Os resultados obtidos, nas sete turmas que participaram da pesquisa, puderam ser interpretados segundo diferentes faixas de valores, apresentados em trabalhos publicados ao longo das três últimas décadas. Levando-se em conta a literatura especializada nacional, é possível concluir que a associação do método *Peer Instruction* com demonstrações de experimentos levou a resultados que sugerem a ocorrência de aprendizagem ativa, em seis das sete turmas (BARROS et al., 2004).

Valores encontrados na literatura internacional devem ser observados com especial atenção, pois metodologias de ensino, aplicadas em diferentes realidades estudantis, podem alterar as faixas de ganho normalizado, conforme aponta Barros et al. (2004). Com efeito, os números apresentados por Mazur (2015) e Hake (1998)

são mais altos do que aqueles descritos na literatura nacional. Em nosso país, a pesquisa que apresentou resultado mais próximo da literatura internacional foi desenvolvida por Oliveira (2015), que realizou uma sequência didática associando os métodos de ensino *Peer Instruction* e *JiTT*. Analisando esse dado, é possível admitir que a combinação de diferentes métodos de aprendizagem ativa pode contribuir para um *ganho de Hake* mais próximo daquele previsto pelos trabalhos internacionais.

A adoção da metodologia *Peer Instruction* (ou Instrução pelos Pares), em conjunto com demonstrações de experimentos em salas de aula, apresenta uma alternativa ao padrão de aulas expositivas seguidas por resolução de listas de exercícios. Futuros trabalhos poderão propor outras sequências didáticas, abordando diferentes assuntos do conteúdo curricular de física, tanto no ensino regular quanto na educação de jovens e adultos.

O presente trabalho gerou um artigo publicado na Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), no qual são descritas as atividades realizadas e discutidos seus resultados, de acordo com referenciais brasileiros e norte-americanos (ARAUJO et al., 2017).

REFERÊNCIAS

ARAUJO, A. A. V. R. DE; SILVA, E. S.; DE JESUS, V. L. B.; DE OLIVEIRA, A. L. Uma associação do método *Peer Instruction* com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 39, n. 2, e2401, 2017. Disponível em: <www.scielo.br/pdf/rbef/v39n2/1806-1117-rbef-39-02-e2401.pdf>. Acesso em 07 nov. 2016.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 30, n. 2, p. 364, abr. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/26150>. Acesso em: 22 maio 2016.

BALEN, O.; VILLASBOAS, V.; CATELLI, F. **Concepções alternativas e aprendizagem ativa em um contexto de ensino – aprendizagem de circuitos elétricos nas físicas introdutórias para engenheiros**. Artigo apresentado no XXXVI Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, COBENGE 2008, realizado na cidade de São Paulo, 2008. Disponível em <http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2008/artigos/3407.pdf>. Acesso em: 22 maio 2016.

BARROS, A. J. et al. Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 1, p. 63, 2004. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/rbef/v26n1/a11v26n1.pdf>. Acesso em: 07 de dez. 2015.

BERBEL, N. A. N. As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 25-40, jan./jun. 2011. Disponível em <www.uel.br/revistas/uel/index.php/seminasoc/article/download/10326/10999>. Acesso em: 27 maio 2016.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O gostar e o aprender no ensino de Física: uma proposta metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 24, n. 2, p. 196-197, jan. 2007. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/1087>. Acesso em: 22 maio 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNC)**. Brasília: MEC, 2015.

BRASIL. Ministério de Educação e Cultura. **LDB - Lei nº 9394/96**, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) - Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação.**Parâmetros Curriculares Nacionais(Ensino Médio)**. Brasília: MEC, 2000.

CATELLI, F.; VILLAS BOAS, V.; BALEN O. **Da Pesquisa À Ação na Sala de Aula: Circuitos Elétricos Simples**. Artigo apresentado no XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), realizado na cidade de Vitória, Espírito Santo, em 2009. Disponível em <http://www.cienciamao.usp.br/dados/snef/_dapesquisaaacaonasaladea.trabalho.pdf >. Acesso em: 09 out. 2016.

CHIQUETTO, M., KRAPAS, S. Livros didáticos baseados em apostilas: como surgiram e por que foram amplamente adotados. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, set/dez 2012. Disponível em: http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/363. Acesso em: 27 Mai. 2016.

CUMMINGS, K.; ROBERTS S. G.A Study of Peer Instruction Methods with High School Physics Students.**Physics Education Research Conference**, v.1064, p. 103-106, 2008. Disponível em <http://www.compadre.org/per/document/ServeFile.cfm?ID=8019&DocID=715&Attachment=1>.Acesso em: 27 maio 2016.

DINIZ, A. C. **Implementação do Método *Peer Instruction* em Aulas de Física no Ensino Médio**. 2015. 151 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Departamento de Física, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Minas Gerais. 2015. Disponível em: <http://www.novoscursos.ufv.br/posgrad/ufv/posensinofisica/www/wp-content/uploads/2016/02/disserta%C3%A7%C3%A3o-produto-educacional.pdf>. Acesso em: 27 maio 2016.

DORNELES, P. F. T. **Investigação de ganhos na aprendizagem de conceitos físicos envolvidos em circuitos elétricos por usuários da ferramenta computacional *Modellus***. 2005. 141 f. Dissertação (Mestrado em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2005. Disponível em <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6982/000538110.pdf?sequence=1 >. Acesso em: 09 out. 2016.

GRAVINA, M. H.; BUCHWEITZ, B. Mudanças nas concepções alternativas de estudantes relacionadas com eletricidade**. Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 110-119, 1994. Disponível em <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/116895/000256557.pdf?sequence=1>. Acesso em: 09 out. 2016.

HAKE, R. R. Interactive-engagement vs. traditional methods: A six-thousand- student survey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of**

Physics, v. 66, p. 64-74, 1998. Disponível em <http://www.physics.indiana.edu/~sdi/ajpv3i.pdf>.Acesso em: 27 maio 2016.

HENRIQUES, V. B.; PRADO, C. P. C.; VIEIRA, A. P. Editorial convidado: Aprendizagem ativa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 01-02, dez. 2014. Disponível em <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/364001.pdf>. Acesso em: 07 de dez. 2015.

MAZUR, E. **Peer Instruction: a revolução da aprendizagem ativa**. Porto Alegre: Penso, 2015. 252 p.

McDERMOTT, L. C.; SHAFFER, P. S. Research as a guide for curriculum development: an example from introductory electricity. I. Investigation of student understanding. **American Journal of Physics**, v. 60, n. 11, p. 994-1003, nov. 1992. Disponível em <http://www.academia.edu/download/29453318/guidedinquiry-handout.pdf>. Acesso em: 09 out. 2016.

MÜLLER, M. G. **Metodologias interativas na formação de professores de física: um estudo de caso com o *Peer Instruction***. 2013. 226 f.Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2013. Disponível em <www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/72092/000882183.pdf?sequence=1>. Acesso em: 27 maio 2016.

OLIVEIRA, V. **Uma proposta de ensino de tópicos de eletromagnetismo via instrução pelos colegas e ensino sob medida para o ensino médio**. 2012. 236 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2012. Disponível em <www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/61863/000867066.pdf?sequence=1>. Acesso em: 27 maio 2016.

OLIVEIRA, W. A. **Práticas instrucionais de aprendizagem ativa em física para o ensino médio**. 2014. 67 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais) - Universidade Federalde Mato Grosso, Cuiabá, 2014. Disponível em <http://fisica.ufmt.br/pgecn/index.php/utilidades/arquivos-para-download/doc_download/137-wenderson-alves-de-oliveira>. Acesso em: 10 out. 2016.

PACCA, J. L. A. et al. Corrente elétrica e circuito elétrico: Algumas concepções do senso comum. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 20, n. 2, p. 151-167, jan. 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6541>. Acesso em: 09 set. 2016.

PERETTI, L.; TONIN DA COSTA, G. M. Sequência didática na matemática. **Revista de Educação do IDEAU**, Getúlio Vargas, v. 8, n. 17, jun. 2013. Disponível em: <http://www.ideau.com.br/getulio/restrito/upload/revistasartigos/31_1.pdf>. Acesso em: 27 maio 2017.

PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, p. 71-84, 2007. Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n1/v13n1a05.pdf>. Acesso em: 23 maio 2017.

PRINCE, M.Does Active Learning Work? A review of the Research.**Journal of Engineering Education**, ProQuest Central, 223-231. Disponível em <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/Papers/Prince_AL.pdf>. Acesso em: 10 out. 2016.

SANTOS, Z. O. **A utilização da metodologia da Instrução pelos Colegas na aprendizagem do conceito de força em turmas das áreas de ciências exatas e engenharia.** 2015. 185 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais. 2015. Disponível em <http://repositorio.unifei.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/117>. Acesso em: 08 ago. 2016.

SILVEIRA, F. L. Um teste para verificar se o respondente possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. In: Rocha Filho, J. B. (Org.). **Física no ensino médio: falhas e soluções**. Porto Alegre: Edipucrs, 2011. p. 61-67. Disponível em http://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Corrente_eletrica.pdf.>Acesso em: 27 maio 2016.

SILVEIRA, F. L. **Potência elétrica em resistores não varia com o quadrado da tensão aplicada? O caso do filamento de tungstênio nas lâmpadas incandescentes**. Centro de Referência para o Ensino de Física, Instituto de Física, UFRGS, 2015. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/cref/?area=questions&id=1385>. Acesso em: 27 maio 2017.

SILVEIRA, F. L., MOREIRA, M. A.; AXT, R.Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. **Ciência e Cultura**, São Paulo, 41(11): 1129-1133, nov. 1989. Disponível em <https://www.if.ufrgs.br/~lang/Textos/Teste_corrente_eletrica.pdf>. Acesso em: 09 out. 2016.

Site do aplicativo ***Plickers***. Disponível em <www.plickers.com>. Acesso em: 27 maio 2016.

STEFANOVITS, A. (E.) **Ser Protagonista**: Física, 3º ano. 2 ed. São Paulo: Edições SM, 2013. 319 p.

ANEXO A – AUTORIZAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DE PESQUISA NO IFRJ.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO DE JANEIRO
Campus Nilópolis

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE JANEIRO – IFRJ
CAMPUS PINHEIRAL

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA NA INSTITUIÇÃO

Venho, por meio deste documento, autorizar o pesquisador Alexandre Alberto Visentin Ramos de Araujo a desenvolver a projeto intitulado **"Uma estratégia de aprendizagem ativa com atividades teórico-experimentais sobre circuitos elétricos compostos por geradores e resistores"** no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), campus Pinheiral. Cabe citar que estou ciente de que o pesquisador está regularmente matriculado no programa de pós-graduação stricto sensu em Ensino de Ciências do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), unidade Nilópolis.

Foi esclarecido que os sujeitos da pesquisa serão os alunos das turmas TA 301, TA 302, MA 303, MA 304, TI 305, TI 105 e TI 106. Estou ciente de que a pesquisa consiste na aplicação da metodologia Peer Instruction, não comprometendo a qualidade de ensino e nem os sujeitos da pesquisa. A qualquer momento, os alunos poderão desistir de participar da pesquisa, não causando nenhum prejuízo às instituições envolvidas, à pesquisa ou aos alunos. Cabe citar que os procedimentos adotados pelo pesquisador garantem sigilo da identidade dos participantes. Os dados serão utilizados para realização de relatórios internos e publicações científicas.

Pinheiral, 26/04/16

Reginaldo Ribeiro Soares

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE).

Ministério da Educação (MEC)
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC)
Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ)
Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Ciências (PROPEC)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

Título do projeto: Uma estratégia de aprendizagem ativa com atividades teórico-experimentais sobre circuitos elétricos compostos por geradores e resistores.

Pesquisador responsável: Alexandre Alberto Visentin Ramos de Araujo.

Instituição: Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ), campus Pinheiral.

Telefones para contato: (32) 99195-6530 e (24) 3356-8200.

E-mail: alexandre.araujo@ifrj.edu.br.

Nome do voluntário: _____

O Sr. (a) está sendo convidado (a) para participar da pesquisa intitulada **"Uma estratégia de aprendizagem ativa com atividades teórico-experimentais sobre circuitos elétricos compostos por geradores e resistores"**, de responsabilidade do pesquisador Alexandre Alberto Visentin Ramos de Araujo, que tem como objetivo principal desenvolver atividades que tornem possível uma aprendizagem ativa, utilizando alguns experimentos de eletrodinâmica e a aplicação do método *Peer Instruction*, associados ao uso do aplicativo *Plickers*. Este é um estudo baseado em uma abordagem do tipo pesquisa-ação, que envolverá aplicações de pré-teste, pós-teste e de questões conceituais de eletrodinâmica, bem como uma análise estatística das respostas obtidas, e não oferece nenhum risco aos participantes. A pesquisa terá duração de oito meses, com término previsto para 31/12/2016.

Suas respostas serão tratadas de forma **anônima** e **confidencial**, isto é, em nenhum momento será divulgado o seu nome. Quando for necessário exemplificar determinada situação, sua privacidade será assegurada. Os **dados coletados** serão utilizados apenas nesta pesquisa e os resultados divulgados apenas em produções científicas.

Sua participação é **voluntária**, isto é, a qualquer momento você poderá recusar-se a responder qualquer pergunta ou poderá desistir de participar da pesquisa, e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição. Sua participação nesta pesquisa consistirá em responder perguntas de um questionario e/ou sob a forma de entrevista, que poderá ser gravada em áudio para posterior transcrição, e suas respostas serão guardadas por até cinco anos e incineradas após esse período.

O Sr. (a) não terá **nenhum custo ou quaisquer compensações financeiras**. O **benefício** relacionado à sua participação será o aumento do conhecimento científico para a área de ensino de ciências.

O Sr. (a) receberá uma cópia deste termo no qual constam os dados de identificação do pesquisador responsável, podendo tirar as suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento. Desde já agradeço!

Eu, _____, RG nº _____ declaro ter ciência deste termo e concordo em participar como voluntário do projeto de pesquisa acima descrito.

Ou

Eu, _____, RG nº _____, responsável legal por _____, RG nº _____, declaro ter ciência deste termo e concordo com a sua participação como voluntário no projeto de pesquisa acima descrito.

_____, _____ de _____ de _____.

_____ _____

Sujeito da pesquisa ou responsável legal | Pesquisador responsável

ANEXO C – CADASTRO NA PLATAFORMA BRASIL

MINISTÉRIO DA SAÚDE - Conselho Nacional de Saúde - Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP

FOLHA DE ROSTO PARA PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS

1. Projeto de Pesquisa:
UMA ESTRATÉGIA DE APRENDIZAGEM ATIVA COM ATIVIDADES TEÓRICO-EXPERIMENTAIS SOBRE CIRCUITOS ELÉTRICOS COMPOSTOS POR GERADORES E RESISTORES

2. Número de Participantes da Pesquisa: 155

3. Área Temática:

4. Área do Conhecimento:
Grande Área 1. Ciências Exatas e da Terra

PESQUISADOR RESPONSÁVEL

5. Nome:
ALEXANDRE ALBERTO VISENTIN RAMOS DE ARAUJO

6. CPF:	7. Endereço (Rua, n.º):		
875.883.496-91	OLIMPIO REIS SANTA HELENA 104 apt 502 JUIZ DE FORA MINAS GERAIS 36015170		
8. Nacionalidade: BRASILEIRO	9. Telefone: (32) 3241-7869	10. Outro Telefone:	11. Email: alexandrevisentin@gmail.com

Termo de Compromisso: Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas complementares. Comprometo-me a utilizar os materiais e dados coletados exclusivamente para os fins previstos no protocolo e a publicar os resultados sejam eles favoráveis ou não. Aceito as responsabilidades pela condução científica do projeto acima. Tenho ciência que essa folha será anexada ao projeto devidamente assinada por todos os responsáveis e fará parte integrante da documentação do mesmo.

Data: 01 / 05 / 2016

Assinatura

INSTITUIÇÃO PROPONENTE

12. Nome:	13. CNPJ:	14. Unidade/Órgão:
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCACAO, CIENCIA E TECNOLOGIA DO RIO DE	10.952.708/0002-87	

15. Telefone:	16. Outro Telefone:
(21) 2681-8840	

Termo de Compromisso (do responsável pela instituição): Declaro que conheço e cumprirei os requisitos da Resolução CNS 466/12 e suas Complementares e como esta instituição tem condições para o desenvolvimento deste projeto, autorizo sua execução.

Responsável: REGINALDO RIBEIRO SOARES CPF: 006.937.997-14

Cargo/Função: DIRETOR GERAL

Data: 03 / 05 / 16

Assinatura

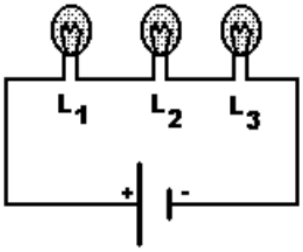
PATROCINADOR PRINCIPAL

Não se aplica

ANEXO D –PRÉ-TESTEE PÓS-TESTE

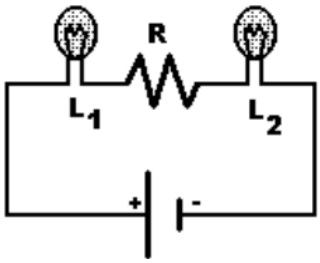
Em todas as questões deste teste admite-se que as lâmpadas sejam iguais. Os brilhos das lâmpadas crescem quando a intensidade da corrente elétrica aumenta. A bateria representada tem resistência elétrica desprezível.

1) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, pode-se afirmar que:



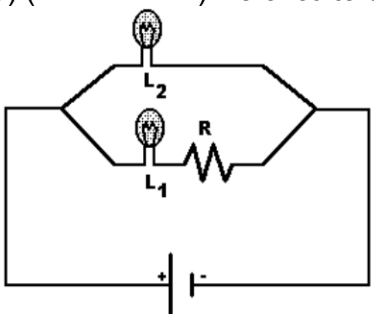
a) L_1 brilha mais do que L_2 e esta mais do que L_3.
b) L_3 brilha mais do que L_2 e esta mais do que L_1.
c) as três lâmpadas têm o mesmo brilho.

2) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, R é um resistor. Neste circuito:



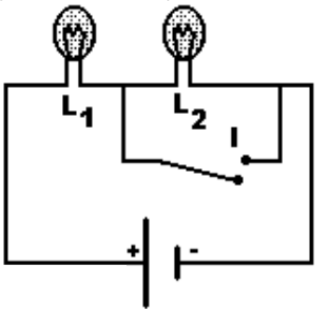
a) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho.
b) L_1 brilha mais do que L_2.
c) L_2 brilha mais do que L_1.

3) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, R é um resistor. Neste circuito:



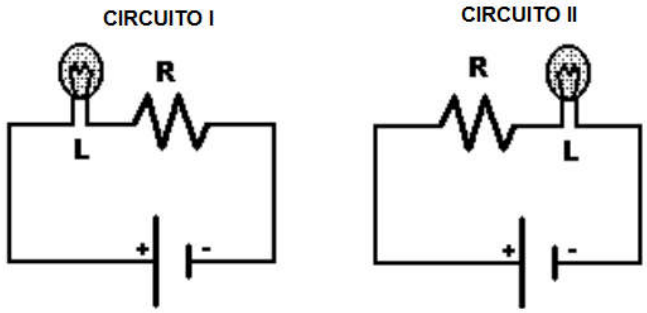
a) L_1 tem o mesmo brilho de L_2.
b) L_2 brilha mais do que L_1.
c) L_1 brilha mais do que L_2.

4) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, I é um interruptor aberto. Ao fechá-lo:



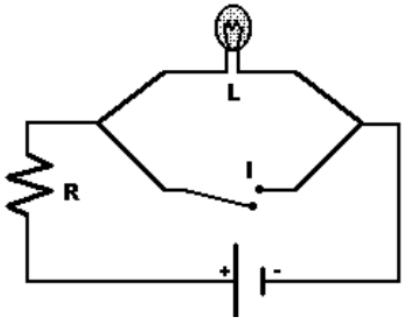
a) aumenta o brilho de L_1.
b) o brilho de L_1 permanece o mesmo.
c) diminui o brilho de L_1.

5) (ADAPTADA) Nos circuitos I e II, a lâmpada L, o resistor R e a bateria são exatamente os mesmos. Nestas situações:



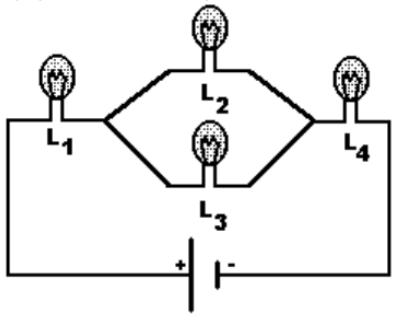
a) L brilha mais no circuito I
b) L brilha igual em ambos circuitos.
c) L brilha mais no circuito II.

6) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, R é um resistor e I é um interruptor que está aberto. Ao fechar o interruptor:



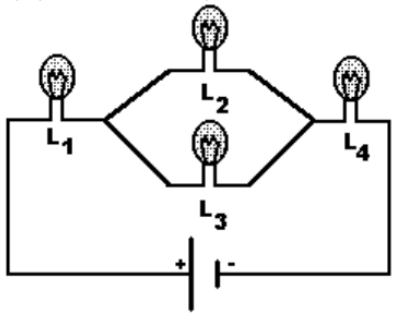
a) L continua brilhando como antes.
b) L deixa de brilhar.
c) L diminui seu brilho, mas não apaga.

7) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir o brilho de L_1 é :



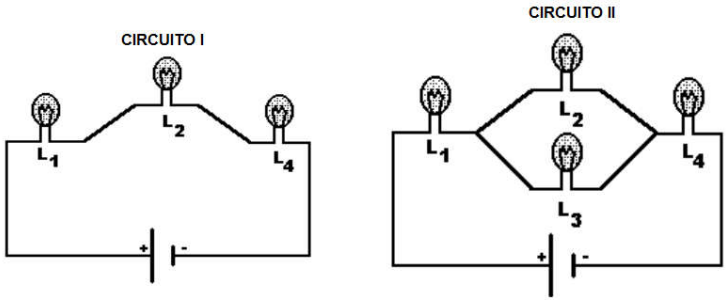
a) igual ao de L_4.
b) maior do que o de L_4.
c) menor do que o de L_4.

8) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir o brilho de L_2 é:



a) igual ao de L_4.
b) maior do que o de L_4.
c) menor do que o de L_4.

9) (ADAPTADA) Quando se compara o brilho de L_1 nos circuitos I e II ele é:

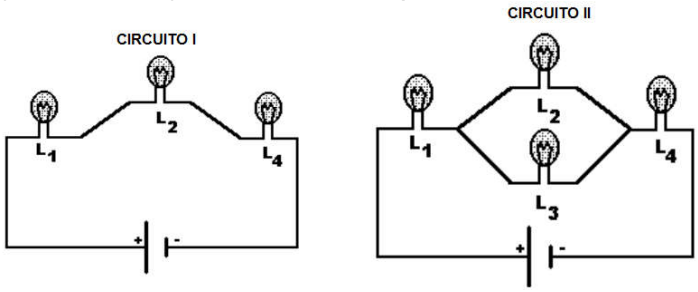


a) maior no circuito II.

b) menor no circuito II.

c) o mesmo nos dois.

10) (ADAPTADA) Quando se compara o brilho de L_4 nos circuitos I e II ele é:

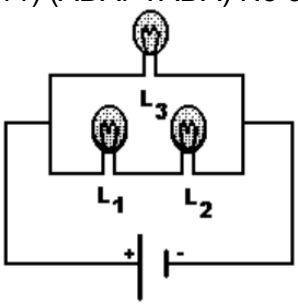


a) maior no circuito II.

b) menor no circuito II.

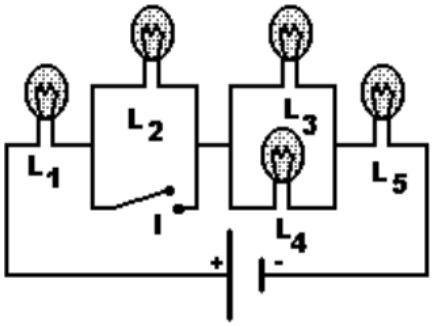
c) o mesmo nos dois.

11) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir:



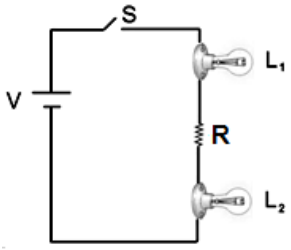
a) L_1 e L_2 têm o mesmo brilho que é menor do que o de L_3.
b) L_1 brilha mais do que L_2 e do que L_3.
c) L_1, L_2 e L_3 brilham igualmente.

12) (ADAPTADA) No circuito da figura a seguir, quando o interruptor é aberto, as lâmpadas L_3 e L_4 deixam de brilhar, embora L_2 brilhe. O que acontece com as lâmpadas L_1 e L_5?



a) nem L_1, nem L_5 brilham.
b) L_1 brilha e L_5 não brilha.
c) L_1 e L_5 brilham.

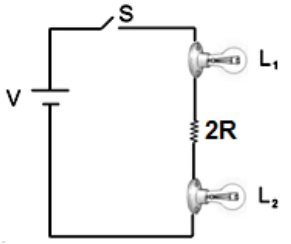
13) (ADAPTADA) **Situação A**: na figura a seguir, R é a resistência, L_1 e L_2 são duas lâmpadas idênticas, V é a bateria e S é uma chave que abre e fecha o circuito. Nessas condições, quando a chave é fechada podemos afirmar que:



Situação A

a) L_1 brilha mais que L_2 .
b) L_1 e L_2 são igualmente brilhantes.
c) L_1 brilha menos que L_2.

14) (ADAPTADA) **Situação B**: o circuito é o mesmo da situação A, mas o valor da resistência agora é 2R. Nas condições da situação B, quando a chave é fechada podemos afirmar que:



Situação B

a) L_1 brilha mais na situação B do que na situação A.
b) L_1 brilha menos na situação B do que na situação A.
c) L_1 é igualmente brilhante na situação B e na situação A.

15) Nas condições da **situação B**, quando a chave está fechada, podemos afirmar que:

a) L_2 brilha mais na situação B do que na situação A.
b) L_2 brilha menos na situação B do que na situação A.
c) L_2 é igualmente brilhante na situação B e na situação A.

RESPOSTAS

QUESTÃO	A	B	C
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

ANEXO E – AULA 2

Você realizou a leitura indicada para casa? **( ) sim** **( ) não**

---

1) (GREF ADAPTADA) Em um secador de cabelo as informações fornecidas pelo fabricante são: (110 V; 50-60 Hz; 100 W). Esse aparelho, quando ligado durante 10 minutos, "gasta" mais energia que:

a) Uma lâmpada 110 V - 60 W, ligada durante 10 minutos.
b) Uma lâmpada de 220 V - 100 W, ligada durante 10 minutos.
c) Uma lâmpada de 110 V - 150 W, ligada durante 10 minutos.
d) Um secador de 220 V - 100 W, ligado durante 20 minutos.

Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

2) (GREF) A transmissão de energia elétrica à grande distância é acompanhada de perdas causadas pela transformação de energia elétrica em:

a) calor.
b) magnetismo.
c) energia cinética.
d) luz.

Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

3) (UFTM/ADAPTADA) Um resistor de resistência variável encontra-se submetido a uma diferença de potencial de intensidade invariável. Faz-se, então, com que o valor de sua resistência sofra uma modificação. Indicando-se com uma seta apontada para cima a ideia de crescimento da intensidade, e, de modo inverso, uma seta apontada para baixo, a ideia de decréscimo da intensidade, e abreviando as grandezas resistência elétrica, corrente elétrica e potência, respectivamente por R, i e P, das implicações apontadas, é **CORRETA** a

A) $R \uparrow \Rightarrow i \uparrow \Rightarrow P \uparrow$

B) $R \uparrow \Rightarrow i \uparrow \Rightarrow P \downarrow$

C) $R \uparrow \Rightarrow i \downarrow \Rightarrow P \downarrow$

D) $R \uparrow \Rightarrow i \downarrow \Rightarrow P$ (inalterada)

Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

4) (GREF/ADAPTADA) No caso de um chuveiro ligado à rede de distribuição de energia elétrica:

a) diminuindo-se o comprimento do resistor, reduz-se a potência consumida.
b) aumentando-se o comprimento do resistor e conservando-se constante a vazão de água, a sua temperatura aumenta.
c) para conservar a temperatura da água, quando se aumenta a vazão, deve-se diminuir o comprimento do resistor do chuveiro.
d) a potência consumida independe da resistência elétrica do chuveiro.

Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___2ª discussão: ___3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

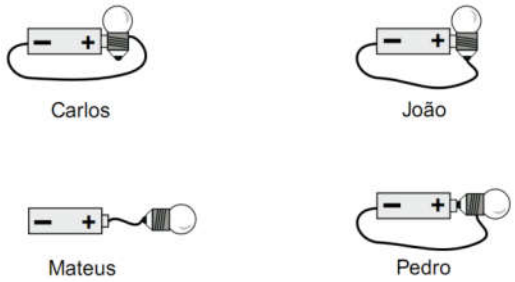
---

ANEXO F – AULA 3

Você realizou a leitura indicada para casa? ( ) sim ( ) não

---

1) (UFMG) Um professor pediu a seus alunos que ligassem uma lâmpada a uma pilha com um pedaço de fio de cobre. Nestas figuras, estão representadas as montagens feitas por quatro estudantes:



Considerando-se essas quatro ligações, é CORRETO afirmar que a lâmpada vai acender apenas

a) na montagem de Mateus.
b) na montagem de Pedro.
c) nas montagens de João e Pedro.
d) nas montagens de Carlos, João e Pedro.

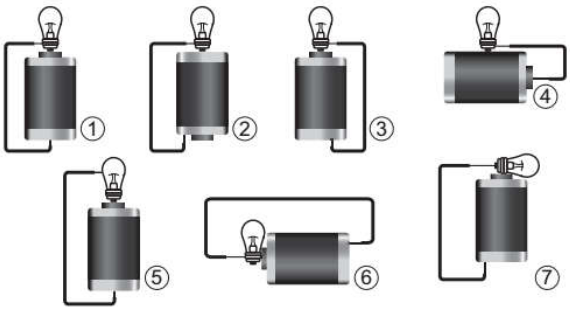
Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___2ª discussão: ___3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

2) (ENEM) Um curioso estudante, empolgado com a aula de circuito elétrico que assistiu na escola, resolve desmontar sua lanterna. Utilizando-se da lâmpada e da pilha, retiradas do equipamento, e de um fio com as extremidades descascadas, faz as seguintes ligações com a intenção de acender a lâmpada:



GONÇALVES FILHO, A.; BAROLLI, E. **Instalação Elétrica**: investigando e aprendendo. São Paulo: Scipione, 1997 (adaptado).

Tendo por base os esquemas mostrados, em quais casos a lâmpada acendeu?

a) (1), (3), (6)
b) (3), (4), (5)
c) (1), (3), (5)
d) (1), (3), (7)
e) (1), (2), (5)

Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

3) (ENEM) Lâmpadas incandescentes são normalmente projetadas para trabalhar com a tensão da rede elétrica em que serão ligadas. Em 1997, contudo, lâmpadas projetadas para funcionar com 127 V foram retiradas do mercado e, em seu lugar, colocaram-se lâmpadas concebidas para uma tensão de 120 V. Segundo dados recentes, essa substituição representou uma mudança significativa no consumo de energia elétrica para cerca de 80 milhões de brasileiros que residem nas regiões em que a tensão da rede é de 127 V. A tabela abaixo apresenta algumas características

de duas lâmpadas de 60 W, projetadas respectivamente para 127 V (antiga) e 120 V (nova), quando ambas encontram-se ligadas numa rede de 127 V.

Lâmpada (projeto original)	Tensão da rede elétrica	Potência medida (watt)	Luminosidade medida (lúmens)	Vida útil média (horas)
60W – 127V	127V	60	750	1000
60W – 120V	127V	65	920	452

Acender uma lâmpada de 60 W e 120 V em um local onde a tensão na tomada é de 127 V, comparativamente a uma lâmpada de 60 W e 127 V no mesmo local tem como resultado:

a) mesma potência, maior intensidade de luz e maior durabilidade.
b) mesma potência, maior intensidade de luz e menor durabilidade.
c) maior potência, maior intensidade de luz e maior durabilidade.
d) maior potência, maior intensidade de luz e menor durabilidade.
e) menor potência, menor intensidade de luz e menor durabilidade.

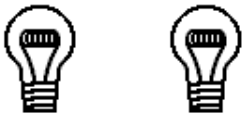
Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

4) (PUC) Considere duas lâmpadas, **A** e **B**, idênticas a não ser pelo fato de que o filamento de **B** é mais grosso que o filamento de **A**. Se cada uma estiver sujeita a uma ddp de 110 volts:



a) **A** será a mais brilhante, pois tem a maior resistência.
b) **B** será a mais brilhante, pois tem a maior resistência.
c) **A** será a mais brilhante, pois tem a menor resistência.
d) **B** será a mais brilhante, pois tem a menor resistência.
e) ambas terão o mesmo brilho

Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

5) (FURG/2007) As lâmpadas de uma casa, ligadas a uma tensão de 110 V, queimam com muita frequência. A dona da casa pensa em adquirir lâmpadas de 130 V ao invés de 110 V, como é habitual, porque acredita que estas terão maior durabilidade. Esse procedimento será

a) válido, porém as lâmpadas terão luminosidade reduzida.
b) impossível, pois as lâmpadas queimarão imediatamente.
c) perigoso, pois sobrecarregará a rede elétrica.
d) inútil, pois as lâmpadas não vão acender.
e) vantajoso, pois as lâmpadas terão maior luminosidade.

Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

ANEXO G – AULA 4

Você realizou a leitura indicada para casa? ( ) sim ( ) não

---

1) (MAZUR/ADAPTADA) Considere dois resistores idênticos conectados em série (um atrás do outro). Se houver corrente elétrica circulando através da combinação, a corrente no segundo resistor será

a) igual à corrente no primeiro.
b) metade da corrente no primeiro.
c) menor (mas não necessariamente metade) do que a corrente no primeiro resistor.

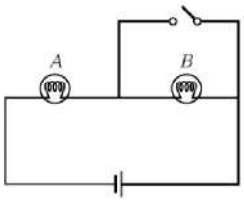
Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

2) (MAZUR/ADAPTADA) O circuito abaixo consiste em uma única bateria de 12 V e duas lâmpadas de filamento idênticas brilhando com a mesma intensidade. Quando a chave é fechada, o brilho da lâmpada A



a) aumenta.
b) permanece inalterado.
c) diminui.

Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

3) (PUC 2000) Considere duas situações. Na situação A, uma lâmpada é conectada a uma bateria, e, na situação B, duas lâmpadas iguais são conectadas em série à mesma bateria.

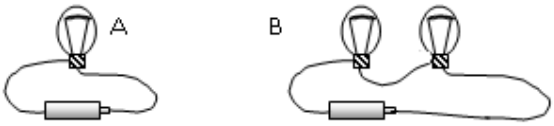


Figura retirada do site https://souvestibulando.files.wordpress.com/2012/03/circuito-e-associac3a7c3a3o.doc. Acesso em 22/04/2016.

Comparando-se as duas situações, na situação B a bateria provê:

a) a mesma luminosidade.
b) maior corrente.
c) menor corrente.
d) maior luminosidade.

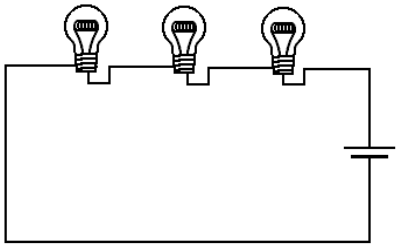
Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

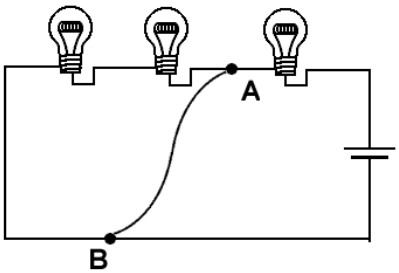
A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

4) O circuito a seguir é constituído por três lâmpadas incandescentes idênticas e um gerador:



Quando ligamos um fio ideal entre os pontos A e B, conforme o esquema a seguir, a resistência equivalente do circuito:



a) aumenta.
b) diminui.
c) permanece constante.
d) torna-se nula.

Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

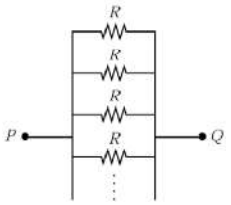
A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

ANEXO H – AULA 5

Você realizou a leitura indicada para casa? ( ) sim ( ) não

---

1) (MAZUR, ADAPTADA) No circuito em paralelo mostrado abaixo, quando resistores idênticos *R* são acrescentados, a resistência total entre os pontos *P* e *Q*



a) aumenta.
b) permanece constante.
c) diminui.

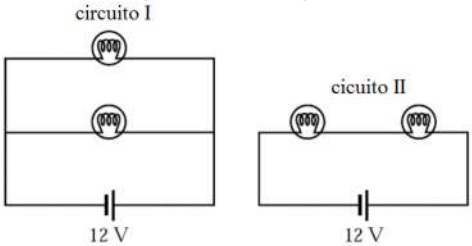
Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

2) (MAZUR, ADAPTADA) Se as quatro lâmpadas de filamento da figura forem idênticas, qual circuito produzirá mais luz?



a) I.
b) as duas emitem a mesma quantidade de luz.
c) II.

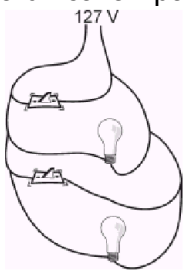
Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

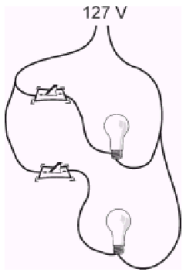
A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

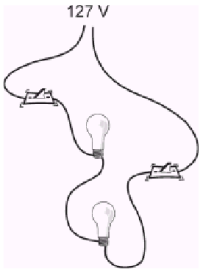
A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

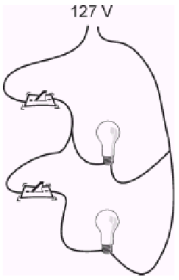
---

3) (UFMG) Na sala da casa de Marcos, havia duas lâmpadas que eram ligadas/desligadas por meio de um único interruptor. Visando a economizar energia elétrica, Marcos decidiu instalar um interruptor individual para cada lâmpada. Assinale a alternativa em que está representada uma maneira **CORRETA** de se ligarem os interruptores e lâmpadas, de modo que cada interruptor acenda e apague uma única lâmpada.

A)


B)


C)


D)


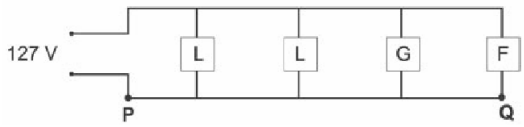
Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

4) (UFMG) O circuito da rede elétrica de uma cozinha está representado, esquematicamente, nesta figura:



Nessa cozinha, há duas lâmpadas **L**, uma geladeira **G** e um forno elétrico **F**. Considere que a diferença de potencial na rede elétrica é constante. Inicialmente, apenas as lâmpadas e o forno estão em funcionamento. Nessa situação, as correntes elétricas nos pontos **P** e **Q**, indicados na figura, são, respectivamente, $\mathbf{i}_P$ e $\mathbf{i}_Q$. Em um certo instante, a geladeira entra em funcionamento. Considerando-se essa nova situação, é **CORRETO** afirmar que

a) $\mathbf{i}_P$ e $\mathbf{i}_Q$ se alteram.
b) apenas $\mathbf{i}_P$ se altera.
c) $\mathbf{i}_P$ e $\mathbf{i}_Q$ não se alteram.
d) apenas $\mathbf{i}_Q$ se altera.

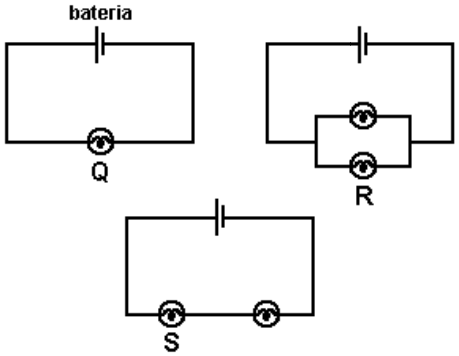
Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

5) (UFMG) Em uma experiência, Nara conecta lâmpadas idênticas a uma bateria de três maneiras diferentes, como representado nestas figuras:



Considere que, nas três situações, a diferença de potencial entre os terminais da bateria é a mesma e os fios de ligação têm resistência nula. Sejam P_Q, P_R e P_S os brilhos correspondentes, respectivamente, às lâmpadas Q, R e S. Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que

a) $P_Q > P_R$ e $P_R = P_S$.
b) $P_Q = P_R$ e $P_R > P_S$.
c) $P_Q > P_R$ e $P_R > P_S$.
d) $P_Q < P_R$ e $P_R = P_S$.

Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

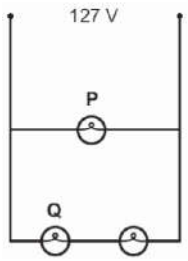
---

ANEXO I – AULA 6

Você realizou a leitura indicada para casa? ( ) sim ( ) não

---

1) (UFMG) Aninha ligou três lâmpadas idênticas à rede elétrica de sua casa, como mostrado nesta figura:



Seja V_P a diferença de potencial e i_P a corrente na lâmpada **P**. Na lâmpada **Q**, essas grandezas são, respectivamente, V_Q e i_Q. Considerando-se essas informações, é **CORRETO** afirmar que

a) $V_P < V_Q$ e $i_P > i_Q$
b) $V_P > V_Q$ e $i_P > i_Q$
c) $V_P < V_Q$ e $i_P = i_Q$
d) $V_P > V_Q$ e $i_P = i_Q$

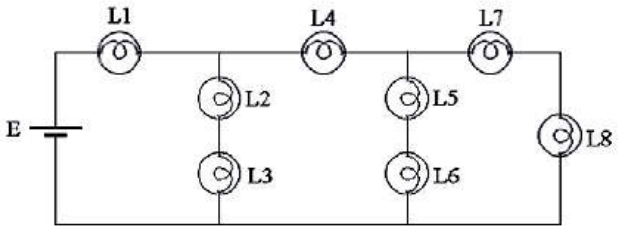
Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

2) (ENEM) Considere a seguinte situação hipotética: ao preparar o palco para a apresentação de uma peça de teatro, o iluminador deveria colocar três atores sob luzes que tinham igual brilho e os demais, sob luzes de menor brilho. O iluminador determinou, então, aos técnicos, que instalassem no palco oito lâmpadas incandescentes com a mesma especificação (L1 a L8), interligadas em um circuito com uma bateria, conforme mostra a figura.



Nessa situação, quais são as três lâmpadas que acendem com o mesmo brilho por apresentarem igual valor de corrente fluindo nelas, sob as quais devem se posicionar os três atores?

a) L1, L2 e L3
b) L2, L3 e L4
c) L2, L5 e L7
d) L4, L5 e L6
e) L4, L7 e L8

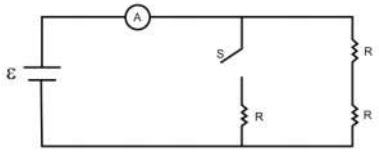
Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

3) (UFMG) Observe este circuito, constituído de três resistores de mesma resistência R; um amperímetro A; uma bateria ε; e um interruptor S:



Considere que a resistência interna da bateria e a do amperímetro são desprezíveis e que os resistores são ôhmicos. Com o interruptor S inicialmente desligado, observa-se que o amperímetro indica uma corrente elétrica. Com base nessas informações, é CORRETO afirmar que, quando o interruptor S é ligado, o amperímetro passa a indicar uma corrente elétrica

a) 2i/3.
b) i/2.
c) 2i.
d) 3i.

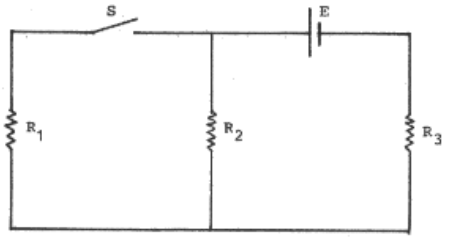
Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

4) (FUVEST/ADAPTADA) No circuito acima, quando se fecha a chave S, provoca-se:



a) aumento da corrente que passa por R_2.
b) diminuição do valor da resistência R_3.
c) aumento da corrente em R_3.
d) aumento da voltagem em R_2.
e) aumento da resistência total do circuito.

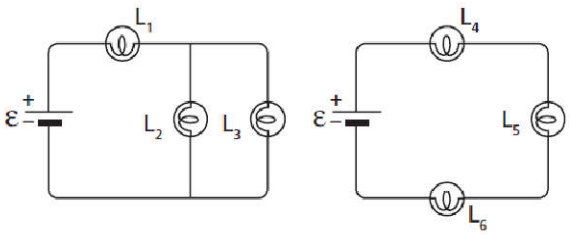
Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não

---

5) Usando seis lâmpadas iguais e dois geradores iguais, foram montados os dois circuitos a seguir:



Considerando as baterias ideais e desprezando a influência da temperatura na resistência elétrica, compare o brilho da lâmpada L_2 com o da lâmpada L_5.

a) L_2 brilha mais do que L_5.
b) L_2 brilha menos do que L_5.
c) o brilho das lâmpadas é igual.

Respostas: inicial: ___ 1ª discussão: ___ 2ª discussão: ___ 3ª discussão: ___ 4ª discussão: ___

A apresentação do circuito foi útil para a resolução do teste? ( ) sim ( ) não

A troca de ideias com os colegas influenciou suas conclusões sobre o teste? ( ) sim ( ) não