

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Faculdade de Educação - FaE

Centro de Ensino de Ciências e Matemática de Minas Gerais - CECIMIG

Especialização em Ciências por Investigação – ENCI

Natalia Ferreira Vidal

Sete Lagoas

Novembro de 2014

Natalia Ferreira Vidal

O uso das tecnologias computacionais aliadas à prática de ensino de eletrodinâmica para alunos do 3º ano do Ensino Médio

Monografia de conclusão de curso apresentada ao curso de Especialização de Ensino de Ciências Por Investigação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de especialista em Ensino de Física por Investigação.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Henrique Dias Menezes.

Sete Lagoas

Novembro de 2014

“Se não puder voar, corra. Se não puder correr, ande. Se não puder andar, rasteje, mas continue em frente de qualquer jeito.”

Martin Luther King. Jr.

AGRADECIMENTOS

Agradecer é a melhor forma de reconhecer e retribuir por tudo aquilo que aconteceu ao longo de uma Jornada. Por isso eu agradeço:

Primeiramente a Deus, conhecedor de todas as coisas e que me dá força e possibilidade de crescimento;

À minha família, e em especial meus pais e irmãos, que me apoiam em todas as empreitadas que me envolvo sempre torcendo por mim e por meu sucesso;

Ao meu orientador e professor Dr Paulo Henrique Dias Menezes, pelo exemplo, pela sua paciência e pelo seu jeito único de orientar e de me conduzir neste trabalho;

À Escola Preparatória de Cadetes do Ar que me abriu suas portas e possibilitou que este trabalho fosse realizado no ensino médio desta instituição;

Aos meus professores do ENCI, que em suas aulas me fizeram sentir a necessidade de buscar cada vez mais conhecimento para melhorar a prática docente sendo uma professora mais comprometida com o ensino.

RESUMO

Neste trabalho verificamos o papel das simulações como alternativa aos laboratórios convencionais no ensino de física na tentativa de suprir a necessidade da experimentação nesta disciplina realizando duas atividades – uma no laboratório virtual e outra no laboratório real – para investigar até que ponto o laboratório virtual pode substituir o laboratório real na tentativa de minimizar o problema da necessidade e ausência da experimentação no ensino de física. Dois roteiros semiestruturados – sobre circuitos em série e em paralelo – foram propostos aos alunos do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública militar, para que eles fizessem observações sobre esses circuitos, numa perspectiva investigativa, com o objetivo de perceber as principais semelhanças e diferenças entre eles e chegar numa relação matemática que pudesse descrevê-los a partir da primeira lei de ohm. As observações e conclusões dos alunos foram registradas em relatório, que juntamente com as observações e registros da professora pesquisadora serviram de fonte de dados para análise realizada. Nossos resultados sugerem uma reflexão sobre a maneira mais adequada do uso do laboratório escolar no ensino de física a partir da possibilidade de articular atividades práticas tradicionais com simulações virtuais.

Palavras-chave: ensino de física; atividades experimentais; simulações virtuais.

ABSTRACT

In this study we verified the role of simulations as an alternative to conventional laboratories in teaching physics in an attempt to meet the need of experimentation in this discipline performing two activities - one in the virtual lab and the other in the real lab - to investigate the extent to which the virtual lab can replace the actual laboratory in an attempt to minimize the problem of necessity and lack of experimentation in physics teaching. Two semi-structured scripts - about circuits in series and in parallel - have been proposed to the students of the third year of high school for a military public school, they made observations on these circuits, an investigative perspective, aiming to realize the main similarities and differences between them and arrive at a mathematical relationship that would describe them as from the first law of ohm. The observations and conclusions of the students were recorded in the report, which along with observations and records of the teacher researcher served as a source of data for analysis. Our results suggest a reflection on the most appropriate way of using the school laboratory in physics education from the possibility of integrating traditional practice activities with virtual simulations.

Keys-Word: Physics teaching; Experimental activities; Virtual simulations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Print da tela inicial da simulação do Phet.....	17
Figura 2: Captura de tela do Phet	23
Figura 3: Foto da placa de circuito utilizada na atividade	24
Figura 4: Ilustração apresentada em uma das questões da 2ª prova parcial.	38

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1. Justificativa.....	11
1.2. Objetivos	13
1.2.1. Objetivo Geral.....	13
1.2.2. Objetivos Específicos.....	13
1.3. Referencial Teórico	14
1.3.1. As tecnologias de informação e comunicação na educação.	14
1.3.2. Tecnologia Educacional em Física - Phet.....	16
1.3.3. As simulações Virtuais no ensino de física.	18
2. DESENVOLVIMENTO.....	22
2.1. Elaboração dos roteiros de atividades	22
2.2. Desenvolvimento das Atividades	25
2.3. Coleta de dados	30
2.4. Análise e Discussões	32
2.4.1. Análise das atividades desenvolvidas no laboratório e na sala de aula....	32
2.4.2. Análise dos relatórios entregues pelos alunos.....	36
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	40
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
APÊNDICES.....	45
Apêndice 1 – Roteiro Experimental para circuito Virtual	45
Apêndice 2 – Roteiro Experimental para circuito paralelo.....	49

1. INTRODUÇÃO

O computador e aparelhos eletrônicos como telefones e *tablets* são ferramentas importantes das áreas de informação e comunicação, inventadas pelo homem. A revolução causada por essas ferramentas foi tão grande que, em muito pouco tempo, elas se tornaram indispensáveis no nosso dia a dia. Tanto, que hoje já não é mais possível imaginar o mundo sem essas ferramentas. Com o auxílio do computador podemos trabalhar, ter momentos de lazer, fazer transações financeiras, estudar e desenvolver inúmeras outras tarefas.

No campo da educação, cada vez mais, se percebe o aumento do interesse pelo uso do computador e de outras ferramentas de comunicação e informação como apoio efetivo ao aprendizado escolar. De acordo com Valente,

O computador pode ser usado também como ferramenta educacional. Segundo esta modalidade o computador não é mais o instrumento que ensina o aprendiz, mas a ferramenta com a qual o aluno desenvolve algo, e, portanto, o aprendizado ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa por intermédio do computador. (VALENTE, 1993, p13)

Conforme a citação de Valente (1993), o computador, aliado a uma boa prática educacional, ajuda a colocar o aluno como sujeito ativo na construção do seu conhecimento. Simulações virtuais de partículas microscópicas, animações em 3D para ilustrar um movimento ou recorrer a um programa para desenhar um gráfico, são algumas das formas que podemos utilizar essa ferramenta nos processos de ensino e aprendizagem. Porém, para que o computador seja um instrumento que auxilie, de fato, no processo da aprendizagem é preciso propor metodologias que sejam interessantes ao aluno e supram as necessidades complementares dos conteúdos escolares de informação e de interatividade, colocando o aluno em contato com a ciência aliada ao seu mundo, ampliando sua visão para além das teorias estudadas nos livros didáticos, muitas vezes distantes de sua realidade.

Em relação aos processos de ensino e aprendizagem, pesquisas sobre as concepções dos alunos (AUSUBEL et al., 1976, DRIVER e ODAN, 1986, HASHWEH, 1986) mostram o quanto é importante colocá-los como agentes ativos na construção do conhecimento. No ensino da física a experimentação é parte

fundamental dessa disciplina para o entendimento dos procedimentos que levam a construção do conhecimento científico e de seus métodos. Mas, infelizmente, grande parte dessa disciplina é apresentada de forma “tradicional”, com aulas de quadro e giz, em que o professor é o explanador dos conceitos e o principal agente da construção do conhecimento. (TRETIM, 2002).

Na maioria dos casos as aulas meramente expositivas são justificadas pela falta de um espaço físico apropriado para a realização da experimentação e pesquisa, como os laboratórios de ciência. Uma alternativa para contornar esse problema pode ser o uso de simuladores como recursos auxiliares ao ensino de física.

Simulação envolve a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real. Estes modelos permitem a exploração de situações fictícias, de situações com risco, como manipulação de substância química ou objetos perigosos; de experimentos que são muito complicados, caros ou que levam muito tempo para se processarem, como crescimento de plantas. (VALENTE, 1993, p.11)

A utilização dessas ferramentas pode despertar nos alunos um maior interesse pelo aprendizado, uma vez que envolvem elementos lúdicos e diferenciados para ensinar aquilo que antes era somente falado e exposto nos quadros e livros didáticos.

A simulação oferece a possibilidade do aluno desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar os conceitos. Esta modalidade de uso do computador na educação é muito útil para trabalho em grupo, principalmente os programas que envolvem decisões. Os diferentes grupos podem testar diferentes hipóteses, e assim, ter um contato mais "real" com os conceitos envolvidos no problema em estudo. (VALENTE, 1993, p.11)

Para Valente (1993) as simulações têm potencial para despertar no aluno a habilidade de investigar e refletir sobre seu próprio aprendizado, interagir com o conhecimento e com os outros alunos, além de possibilitar a oportunidade de realizar experimentos acerca de determinado conceito ou teoria. Lawson¹ (apud FIOLEAIS, 2002) afirma que não é de se admirar falhas na aprendizagem se os conceitos mais complexos e difíceis de visualizar na Física forem apresentados somente na forma verbal e textual.

¹ LAWSON, Ronald A.; MCDERMOTT, Lillian C. Student understanding of the work-energy and impulse-momentum theorems. **American Journal of Physics**, v. 55, n. 9, p. 811-817, 1987.

Porém, por mais encantadoras que as simulações virtuais possam parecer, é preciso considerar que, provavelmente, elas não devem ser utilizadas como principal recurso para o ensino. Os movimentos corporais, a explanação da voz, a manipulação de objetos reais e até mesmo a presença de um indivíduo orientador no processo de experimentação se fazem necessárias para que as aulas práticas possam, de fato, contribuir para aprendizagem do aluno (MEDEIROS, MEDEIROS 2002). O objetivo deste trabalho é investigar até que ponto podemos utilizar as simulações virtuais em substituição aos experimentos reais, difíceis de serem realizados em sala de aula. Analisaremos os resultados e o comportamento de alunos na execução de um experimento utilizando um laboratório virtual de eletrodinâmica da plataforma Phet² e um laboratório real com placa de circuito, envolvendo conceitos de eletrodinâmica e de associação de resistores elétricos num circuito simples.

1.1. Justificativa

A falta de qualidade do ensino no Brasil, principalmente do ensino médio, tem sido tema de discussão há anos. São muitos os alunos que concluem o ensino médio, mas não desenvolvem as capacidades de pensar, tomar decisões e formar opiniões sobre questões atuais da nossa sociedade. No entanto, atualmente, este é um assunto muito recorrente nas redes de discussão educacional. Investimentos, pesquisas e muitos movimentos têm buscado um novo pensar sobre a atuação dos professores para a educação básica.

As pesquisas realizadas pelo Ministério da Educação e Cultura (MEC) são bons indicativos para o assunto. Segundo dados do MEC, as práticas de ensino exercidas atualmente não têm conseguido melhorar a qualidade da educação. Os resultados do Saeb, do Enem e do Enade também comprovam uma queda relevante na qualidade do ensino nos últimos dez anos.

²

Disponível em: https://phet.colorado.edu/pt_BR/

Utilizando a literatura para traçar um panorama geral de como se encontra o ensino de Ciências é possível elencar alguns aspectos. Segundo afirma Bonando (1994), por exemplo, o ensino de conteúdos de ciências tem sido precário, no qual o professor, muitas vezes, restringe-se a colocar no quadro fórmulas e questionários para os alunos estudarem para as provas, cabendo a eles simplesmente decorá-los. Também em relação aos docentes, é notável que grande parte deles possua sérias deficiências em relação ao entendimento dos conteúdos científicos que necessitam ensinar e também sobre práticas de como ensinar.

Essa realidade acarreta dificuldades na inserção de atividades diferenciadas daquelas tradicionalmente desenvolvidas em sala de aula. Assim, estando os professores sujeitos a tais carências, o livro didático, juntamente com as pesquisas na internet, tornam-se fontes de informações e consultas para complemento de seus conhecimentos. Tal situação torna-se ainda mais problemática se atentarmos para os resultados de pesquisas que apontam a baixa qualidade dos livros didáticos de Ciências. Segundo Longhini (2008), essas obras geralmente enfatizam o produto final da atividade científica, o que induz o leitor a criar estereótipos e mitificações a respeito das concepções de Ciência e seu processo de produção.

Foi neste contexto, atuando como professora de física para estudantes do ensino médio de escolas públicas, que percebi que, além da necessidade de outras práticas de ensino, era preciso que o laboratório fosse inserido na rotina da atividade docente. Porém, adquirir e manter um laboratório de ensino, além do elevado custo, requer muita dedicação e pessoal especializado que não são comuns em escolas públicas e, até mesmo, particulares. Por outro lado, os laboratórios virtuais surgem como uma possibilidade que não demanda muito custos e nem um efetivo especializado para sua manutenção, sendo necessário apenas um laboratório de informática e um software adequado. Por isso, ressaltamos a importância de estudos sobre o uso desses laboratórios no ensino de física.

Outro fator importante a ser considerado é o tipo de atividade que se desenvolve nesses laboratórios. Neste trabalho procuramos focar em atividades com caráter investigativo. Para que uma atividade seja de fato investigativa, é preciso que a mesma seja instigante e que coloque o aluno numa situação de desconforto,

desconstruindo e reconstruindo suas ideias e concepções na construção do conhecimento. O laboratório de física e as atividades experimentais têm um grande potencial de promover esse desarranjo pela manipulação e observação dos fenômenos reproduzidos neste ambiente. Porém, é preciso que as atividades propostas para esse ambiente sejam eficazes neste propósito. Uma das diretrizes deste trabalho visa investigar o quanto uma atividade no laboratório pode ser importante para contribuir no estímulo à aprendizagem do aluno e se esta produz iguais efeitos sendo realizada em um laboratório real ou num laboratório virtual.

1.2. Objetivos

Pensando nessa perspectiva, esta pesquisa propõe investigar como se dá o comportamento investigativo do aluno frente a um laboratório virtual e a um laboratório real, buscando respostas sobre a utilização dessas ferramentas, como alternativas metodológicas que contribuam para o aumento da qualidade do ensino de física na escola básica.

1.2.1. Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é investigar possibilidades de utilizar simulações virtuais em substituição aos experimentos reais em laboratórios de ensino de física. Para isso, analisaremos os resultados e o comportamento de alunos na execução de um experimento utilizando um laboratório virtual de eletrodinâmica e um laboratório real com placa de circuito, envolvendo conceitos de eletrodinâmica e de associação de resistores elétricos num circuito simples.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Analisar o comportamento dos alunos perante o experimento no laboratório virtual e no laboratório real;
- Comparar as atitudes dos alunos perante as duas atividades propostas;
- Verificar o potencial das simulações como atividade investigativa para o ensino de física.

1.3. Referencial Teórico

1.3.1. As tecnologias de informação e comunicação na educação.

As tecnologias de informação e comunicação, de um modo geral, se devem ao resultado da fusão de três vertentes que nas últimas décadas foram se desenvolvendo de maneira bem rápida. São elas: a informática, as telecomunicações e as mídias eletrônicas. Essas tecnologias foram criadas para suprir várias necessidades do cotidiano de uma época, tais como a agilidade na troca de informações, o armazenamento de dados de forma segura e compilada, dentre outros.

O desenvolvimento tecnológico é decorrente de um crescimento contínuo e, pretensamente, autossustentável da adoção de tecnologias inovadoras. Esse crescimento se manifesta num processo que pode ser lento ou rápido, dependendo do espaço ou contexto em que é analisado.

No campo da educação, a entrada dessas ferramentas de comunicação e informação aconteceu de forma muito rápida, na primeira década deste século. Em 1999, apenas 3,5% das escolas públicas possuíam laboratório de informática. Em 2010, segundo os dados do resumo técnico do Censo escolar de 2010, realizado pelo MEC, mais 89% das escolas públicas já possuíam laboratórios de informática. Esse acesso às tecnologias dentro do espaço escolar criou um encantamento na educação por gerarem expectativas de novas oportunidades e a possibilidade de desenvolvimento de novas práticas de ensino, frente ao que já se vinha sendo praticado até então (PINTO, 2012).

Desde o início do século XXI, tecnologias diversas vêm invadindo o espaço escolar numa proporção notável e incontrolável, tanto por parte dos alunos, com seus celulares e *smartphones*, quanto por parte de políticas educacionais, com provimento de computadores, projetores, internet de alta velocidade, entre outros. Surge nesse cenário a necessidade de usar essas tecnologias em favor de uma educação mais dinâmica, como elemento auxiliar do professor e do aluno para produzir uma aprendizagem mais consistente (ROCHA, 2008). Nesse contexto, podemos pensar a

informática educativa como um processo em que nos valemos do computador, de modo adequado, como ferramenta para auxiliar uma aprendizagem significativa.

A Informática Educativa privilegia a utilização do computador como a ferramenta pedagógica que auxilia no processo de construção do conhecimento. Neste momento, o computador é um meio e não um fim, devendo ser usado considerando o desenvolvimento dos componentes curriculares. Nesse sentido, o computador transforma-se em um poderoso recurso de suporte à aprendizagem, com inúmeras possibilidades pedagógicas, desde que haja uma reformulação no currículo, que se crie novos modelos metodológicos e didáticos, e principalmente que se repense qual o verdadeiro significado da aprendizagem, para que o computador não se torne mais um adereço travestido de modernidade (ROCHA, 2008, p.4)

Desde que utilizadas de maneira adequadas para fins escolares as tecnologias podem ser uma importante ferramenta de motivação para o aprendizado. Segundo (FERREIRA, et al., 2009) a utilização do computador dinamiza o processo de ensino-aprendizado tornando-o mais interativo e profícuo.

Particularmente no campo das ciências, o ato de ensinar não tem sido uma tarefa fácil. Isso porque as ciências, em geral, lidam com assuntos muitas vezes abstratos, como partículas atômicas ou velocidades da luz (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002). Ensinar esses conceitos, complexos e que requerem uma grande dose de abstração dos alunos, torna-se difícil por diversos motivos, tais como a falta de meios para exemplificação e a necessidade de criar condições para que o aluno desenvolva suas capacidades cognitivas. Apenas esses motivos já são suficientes para justificar a necessidade do uso do computador e de outras ferramentas de comunicação e informação nas salas de aula.

O computador enriquece ambientes de aprendizagem onde o aluno, que interage com os objetos desse ambiente, tem chance de construir o seu conhecimento (VALENTE, 1993). As simulações virtuais, principalmente aquelas que são softwares abertos, potencializam a interação entre computador e aluno, como uma alternativa aos professores frente aos tradicionais recursos do quadro e giz. Nesse sentido, a Internet tem possibilitado o acesso fácil a essas simulações.

Na área de ensino de ciências uma plataforma bastante conhecida é a plataforma Phet, criada na Universidade de Colorado, nos EUA. Esta plataforma disponibiliza

várias simulações de ciências sobre temas variados, de forma gratuita em arquivos Java ou Flash Player. As simulações são disponibilizadas em diversos idiomas e possuem um layout bastante simples e didático para o uso na educação básica.

1.3.2. Tecnologia Educacional em Física - Phet

Tecnologia educacional em física é a tradução literal livre de *Physics Educational Technology* que dá origem à sigla Phet. Trata-se de um programa idealizado pelo físico Carl Wieman (Prêmio Nobel de Física em 2001) e desenvolvido pela universidade do Colorado que disponibiliza simulações virtuais num portal on-line, que podem ser utilizadas no próprio sítio ou baixadas gratuitamente por alunos, professores ou mesmo curiosos. Essas simulações abrangem várias áreas do campo das ciências passando pela física, química e biologia, mas também trazem algumas simulações sobre matemática e geografia. Todas elas são organizadas em tópicos, separadas por áreas, numa barra lateral, na qual o usuário pode ver as simulações disponíveis por campo de ensino.

Para cada simulação existe um texto de apresentação que resume suas potencialidades, os objetivos de aprendizagem possíveis de serem alcançados e também um guia com dicas para o professor que pode ser baixado gratuitamente em pdf, além de algumas ideias para aulas usando as simulações. O sítio traz também uma seção com conteúdo específico para professores e uma seção explicativa de como usar as simulações, além de outras seções mais gerais como dúvidas e canal de sugestão e reclamação.

As simulações do Phet podem ser usadas como efetiva ferramenta de aprendizagem, fortalecendo os programas e currículos de ensino, aliando-se aos esforços de professores comprometidos com o ensino (MIRANDA, ARANTES, STUART, 2010). Essas simulações podem ser usadas em várias modalidades de ensino, como aulas expositivas, trabalhos em grupos ou até mesmo como lição para casa.

Nas atividades em grupo - que é a modalidade utilizada neste trabalho - sugere-se que as simulações sejam utilizadas em conjunto com um roteiro semiestruturado e recomenda-se que os grupos sejam em números pequenos de alunos para que haja

a possibilidade de integração entre a simulação e a investigação proposta, explorando todo o seu potencial, envolvendo inclusive as relações entre as variáveis do fenômeno estudado (MIRANDA, ARANTES, STUART, 2010).

Para este trabalho, optamos pela escolha de uma simulação específica do Phet: Circuitos de Corrente Contínua e Alternada³. Esta simulação permite montar vários circuitos em série e/ou paralelo com correntes contínuas, de acordo com a necessidade do professor, ou o espírito de investigação dos alunos para estudo dos fenômenos relacionados à eletrodinâmica.

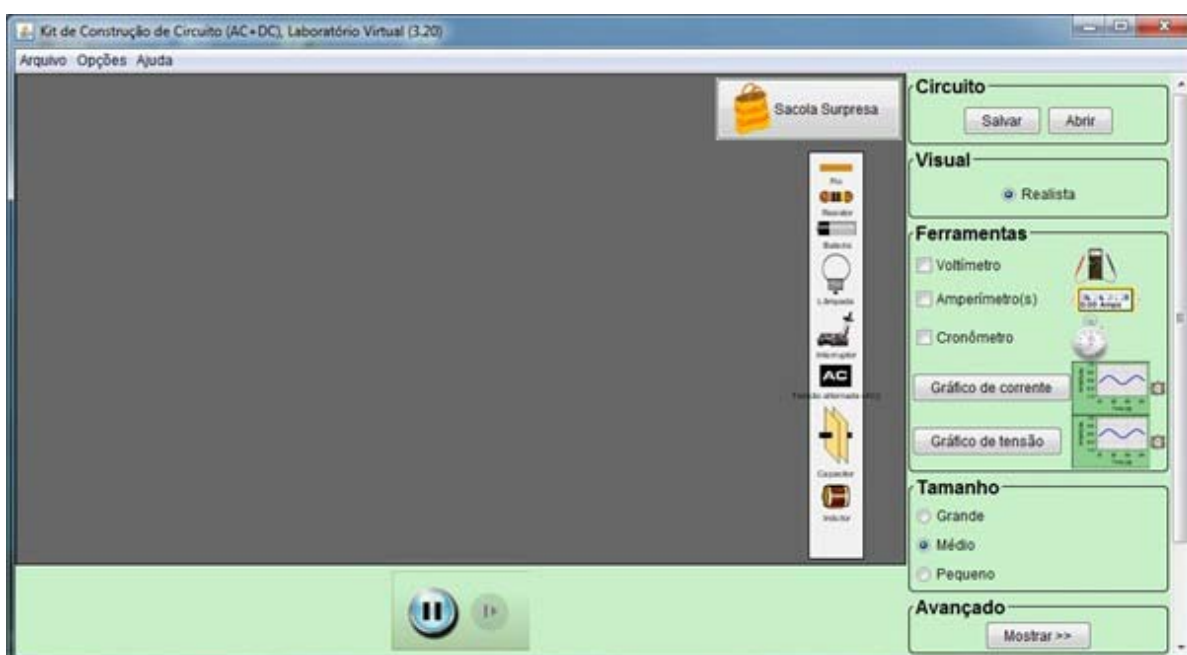


Figura 1: Print da tela inicial da simulação do Phet

Este circuito traz em seu layout um espaço de tela cinza onde podemos fazer diversas montagens de acordo com o estudo pretendido. Neste mesmo layout identifica-se uma barra vertical lateral a direita com os elementos que podem ser inseridos no circuito, como lâmpadas, fios, baterias, interruptores, além de aparelhos de medição como voltímetro e amperímetro. Para montar um circuito, basta clicar sobre o elemento a ser utilizado, arrastá-lo até a área de trabalho e, em seguida, ajustar as suas características como, por exemplo, a resistência interna de uma lâmpada ou a tensão fornecida por uma pilha.

3

https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/circuit-construction-kit-ac-virtual-lab

Simulações desse tipo podem ser usadas combinadas com circuitos reais ou até mesmo em substituição a eles caso não seja possível o trabalho com um circuito real. Como elas possuem muitos recursos, com esse tipo de ferramenta é possível explorar muitos conceitos sobre os circuitos elétricos e envolver os alunos numa metodologia de ensino diferente do que o simples uso do livro didático.

1.3.3. As simulações Virtuais no ensino de física.

A maioria dos professores defende a ideia de que os problemas do ensino de física se deve a ausência de aulas práticas em laboratórios (BORGES, 2002). Muitas vezes essa ausência se justifica pela falta de um espaço físico ideal, ou pela falta de materiais e equipamentos adequados e o custo elevado para adquiri-los, ou ainda pela falta de pessoal técnico especializado ou preparação dos professores para atuar nesses ambientes.

Com o avanço tecnológico e o fácil acesso aos computadores e outros recursos digitais podemos pensar nas simulações como um caminho para contornar o problema da falta de atividades experimentais no ensino de física. As simulações podem ajudar o professor a suprir a necessidade de realizar aulas práticas e de inserir o aluno num ambiente experimental investigativo, tirando-o da passividade das aulas expositivas tradicionais.

Porém, para que uma atividade prática seja bem sucedida é indispensável uma boa preparação e planejamento da mesma. É comum ver atividades em laboratório com objetivos poucos claros, e que não explicita as diretrizes de ação do professor e do aluno. Dessa forma a atividade se apresenta sem um propósito investigativo e resume-se apenas em um roteiro de ações para verificar/comprovar leis e teorias.

O trabalho experimental pode ser organizado de inúmeras formas, desde simples demonstrações em sala de aula, até atividades práticas orientadas por um roteiro com grau de abertura e experimentação controláveis pelo professor, de acordo com os objetivos que se pretende atingir (BORGES, 2002). Independente da modalidade o importante num trabalho de laboratório é caráter investigativo que mesmo propõe.

O trabalho no laboratório pode ser organizado de diversas maneiras, desde demonstrações até atividades prático-experimentais dirigidas diretamente pelo professor ou indiretamente, através de um roteiro. Todas podem ser úteis, dependendo dos objetivos que o professor pretende com a realização das atividades propostas. Uma alternativa que temos defendido há mais de uma década, e mais recentemente temos investigado e utilizado com nossos alunos, consiste em estruturar as atividades de laboratório como investigações ou problemas práticos mais abertos, que os alunos devem resolver sem a direção imposta por um roteiro fortemente estruturado ou por instruções verbais do professor. (BORGES, 2002, p.303)

Trabalhar na perspectiva de um roteiro mais aberto tira o aluno da situação confortável de apenas lembrar-se de uma fórmula ou de uma situação para resolver determinada questão e o insere num desafio em que o mesmo seja capaz de pensar sobre suas ações e buscar explicações novas ao invés de respostas prontas. Esses desafios podem ser estruturados em diferentes níveis: desde um nível zero, em que se tem um problema fechado e professor assessora a execução de todas as tarefas, até um nível três, no qual o problema é muito aberto e o estudante deverá ser capaz de formular o experimento, definir a situação problema e tirar suas próprias conclusões. Esses níveis de desafios foram organizados por Tamir⁴ (1991, apud BORGES, 2001):

Outra forma de entender essa distinção entre problema fechado e aberto foi proposta por Tamir (1991), baseada em estudos anteriores e mostrado na Fig.2. Ele propõe a categorização das atividades investigativas em quatro níveis, de acordo com a Fig.2. No nível 0, o qual corresponde aproximadamente ao extremo de problema fechado, são dados o problema, os procedimentos e aquilo que se deseja observar/verificar, ficando a cargo dos estudantes coletar dados e confirmar ou não as conclusões. No nível 1, o problema e procedimentos são definidos pelo professor, através de um roteiro, por exemplo. Ao estudante cabe coletar os dados indicados e obter as conclusões. No nível 2, apenas a situação-problema é dada, ficando para o estudante decidir como e que dados coletar, fazer as medições requeridas e obter conclusões a partir deles. Finalmente, no nível 3 o nível mais aberto de investigação o estudante deve fazer tudo, desde a formulação do problema até chegar às conclusões. (BORGES, 2002, p. 305)

Para este trabalho decidimos optar por um nível 1 de desafio, no qual utilizamos um roteiro semiestruturado, com cinco questões abertas e algumas instruções de

4

TAMIR, P. Practical work at school: An analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, B. (ed.) **Practical Science**. Milton Keynes: Open University Press, 1991

procedimentos e montagens, a serem realizados pelos alunos durante a atividade. As investigações propostas são inicialmente simples e feitas em pequenos grupos ficando para a professora o papel de atuar como mediadora entre o grupo e atividade, intervindo o mínimo possível, nos momentos em que haja indecisão ou falta de clareza ou consenso durante o processo (BORGES, 2002).

A escola em que foi realizado o trabalho tem a característica de promover um ensino muito tradicional, com aulas expositivas, uso massivo do livro didático, e muitas aulas demonstrativas, nas quais o laboratório de física é utilizado para que o professor demonstre práticas, ou ilustre determinado conceito, lei ou teoria. Os alunos, apesar de frequentarem muito o laboratório escolar, são pouco autônomos dentro desse espaço. Isso justifica a escolha por uma atividade investigativa em nível 1 de grau de abertura. Com o roteiro, esperávamos fornecer para o aluno o passo a passo para montar o experimento virtual e deixar para o mesmo apenas a responsabilidade das observações e análises. Na placa didática, o aluno já recebeu o circuito montado, uma vez que, pela falta de autonomia, a montagem da placa por parte dos alunos demandaria muito tempo e a atividade se resumiria na montagem do circuito desviando-se do seu objetivo previsto. De acordo com Borges (2002), uma atividade com grau de abertura elevado, pode ser de grande dificuldade para alunos sem experiência com experimentação. Porém, diante de situações simples, mesmo os alunos que não possuem experiência com aulas de laboratório conseguem planejar soluções para um dado problema, baseados nos seus conhecimentos prévios e na sua experiência cotidiana.

Neste trabalho o objetivo foi investigar as potencialidades das simulações frente ao laboratório tradicional. Algumas pesquisas (BORGES, 2002, MIRANDA, ARANTES, STUART, 2010) defendem que o uso das simulações pode potencializar o ensino de física, uma vez que as simulações propiciam facilidades que não são observadas em um laboratório real. Um exemplo dessas facilidades é o fato de que nas simulações é possível alterar as condições de contorno de um experimento com facilidade, além da possibilidade de repetir várias vezes os procedimentos explorando diversas combinações de parâmetros, além de possibilitar ver coisas invisíveis a olho nu, como elétrons, por exemplo. (MIRANDA, ARANTES, STUART, 2012).

Pelo fato de serem interativos e por ligarem experiências concretas de coleta de dados com a sua representação simbólica em tempo real, os laboratórios baseados em computadores deixam mais tempo para os estudantes se dedicarem a atividades mais centrais para o pensamento crítico, para a solução de problemas e o monitoramento de suas ações e pensamento, para modelar soluções e testá-las na prática, em lugar de apenas responderem às questões levantadas pelo professor. (BORGES, 2002, p. 310)

É preciso ter-se em mente que o ponto de partida de toda simulação e a imitação de aspectos específicos da realidade, isto significando que, por mais atraente que uma simulação possa parecer, ela estará sempre seguindo um modelo matemático desenvolvido para descrever a natureza, e este modelo poderá ser uma boa imitação ou, por outras vezes, um autêntico absurdo. Uma simulação pode tão somente imitar determinados aspectos da realidade, mas nunca a sua total complexidade. Uma simulação, por isso, nunca pode provar coisa alguma. O experimento real será sempre o último juiz. (MEDEIROS; MEDEIROS, 2002, p. 83).

Por outro lado, os experimentos reais também apresentam algumas limitações consideráveis para o ensino de física. Uma dessas limitações é o fato de os experimentos reais requererem certo conjunto de habilidades práticas para se trabalhar no laboratório. Essas habilidades devem ser desenvolvidas desde a o início das ciências escolares, porém, na realidade de nossas escolas e do ensino de ciências que nossos alunos têm recebido, é muito raro encontrar estudantes já tenham adquirido essas habilidades, mesmo na fase final do ensino médio. Ainda assim, não podemos descartar o fato de que os experimentos reais são de grande importância para o ensino, pois são capazes de reproduzir a realidade, levando em conta condições de contorno e outras variáveis que usualmente são descartadas nas simulações. Além disso, é notável que a manipulação de objetos e a observação direta dos acontecimentos colocam o aluno num ambiente diferente, lúdico e que pode ser motivador para buscar novos conhecimentos e para o desenvolvimento de um pensamento científico a respeito de conceitos e fenômenos que, normalmente, são apenas decorados.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Elaboração dos roteiros de atividades

Foram elaborados dois roteiros de atividades com a intenção de investigar as semelhanças e diferenças entre circuitos em série e em paralelo no estudo da eletrodinâmica; um para utilização do laboratório convencional e outro para utilização de um simulador de laboratório virtual. Esses roteiros foram adaptados de um experimento já existente no caderno de atividades experimentais do laboratório da escola. O roteiro original era organizado de forma tradicional com o passo a passo para montar e realizar o experimento, seguido de questões objetivas sobre as observações feitas pelo aluno com o circuito em funcionamento.

Nos roteiros elaborados para este trabalho, procurou-se priorizar o caráter investigativo do experimento, com ênfase em questões abertas sobre as observações dos alunos, na expectativa de que eles pudessem expor livremente suas ideias em relação àquilo que estava sendo observado. Para isso, eram solicitadas algumas medidas, sem, no entanto, enfatizar os procedimentos para sua realização.

O primeiro roteiro foi elaborado para trabalhar circuito em série, no laboratório virtual, utilizando o simulador Phet. O primeiro passo da atividade trazia uma proposta de montagem de um circuito, com a intenção de familiarizar os alunos com o Phet, conhecendo as suas ferramentas e potencialidades.

PARTE 1 – CIRCUITO EM SÉRIE

- Monte um circuito constituído por três lâmpadas em série, com resistências internas de 100, 50 e 10 ohms, como mostrado na figura:

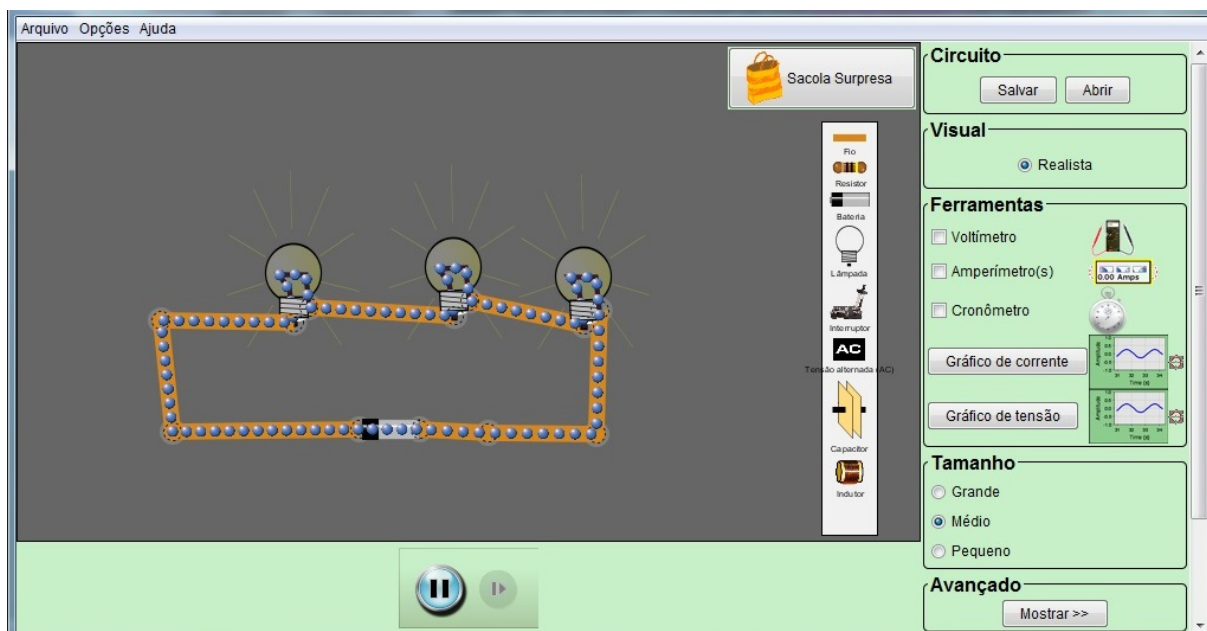


Figura 2: Captura de tela do Phet

- Ajuste a tensão da bateria para 120V.
- Com o voltímetro, meça a tensão nos terminais de cada lâmpada do circuito.
- Meça a tensão nos terminais da bateria.

Questão 1: O que você observa sobre a queda de tensão medida em cada lâmpada? Compare com o valor da tensão de entrada no circuito. Discuta porque os valores são diferentes.

- Com o amperímetro, meça a corrente que passa entra as lâmpadas.

Questão 2: O que você observa sobre a intensidade de corrente que passa por cada lâmpada? Compare com o valor da intensidade de corrente total do circuito. Explique.

Questão 3: Qual lâmpada brilha mais? Por quê?

Questão 4: Compare e discuta os resultados obtidos com as previsões feitas.

Questão 5: Você poderia escrever uma relação matemática para calcular a resistência total do circuito? Em caso negativo aponte as dificuldades apresentadas.

O segundo roteiro foi elaborado a partir da mesma sequência anterior, porém para utilização de um circuito em paralelo montado numa placa didática, comum em

laboratórios de ensino de física. A intenção de trabalhar com questões semelhantes às utilizadas no circuito em série na atividade virtual era fazer com que os alunos pudessem perceber semelhanças e diferenças entre as duas montagens.

Diferentemente do primeiro, esse roteiro trazia algumas características da placa e de seus elementos. A montagem da placa não foi proposta como atividade, pois demandaria muito tempo, prevendo que os alunos não teriam a mesma facilidade para montar o circuito, como ocorreu na plataforma virtual. Por isso, optamos por propor a placa de circuito já montada, sendo o trabalho todo voltado para as medições e observações.

PARTE 2 – CIRCUITO EM PARALELO

Na placa está montado um circuito em paralelo com lâmpada de 30W, 60W e 100W.



Figura 3: Foto da placa de circuito utilizada na atividade

- *Meça a tensão nos terminais da tomada.*
- *Meça a tensão nos terminais de cada lâmpada.*

Na sequência foram propostas cinco questões discursivas que priorizavam as observações dos alunos e as discussões no grupo sobre o que foi observado e medido. A última questão também propunha que os alunos estabelecessem uma relação matemática para calcular a resistência equivalente do circuito paralelo a partir das observações feitas no laboratório e da 1ª Lei de Ohm, previamente estudada.

Questão 1: O que você observa sobre a queda de tensão medida em cada lâmpada? Compare com o valor da tensão de entrada no circuito. Discuta.

- *Com o amperímetro em série, meça a corrente que passa em cada lâmpada.*

Questão 2: O que você observa sobre a intensidade de corrente que passa por cada lâmpada? Compare com o valor da intensidade de corrente total do circuito. Explique.

Questão 3: Qual lâmpada brilha mais? Por quê?

Questão 5: Você poderia escrever uma relação matemática para determinar a resistência total do circuito?

Por fim, foi proposto que os alunos elaborassem um relatório que descrevesse qualitativamente as diferenças entre os dois circuitos trabalhados e que apontassem ligações cotidianas que eram feitas com aparelhos elétricos ligados em série e em paralelo.

Relatório: Faça uma comparação entre os circuitos em série e em paralelo. Discuta com os colegas as vantagens e desvantagens de cada associação. Monte uma lista com quatro itens de aplicações para circuitos em série e em paralelo e discuta as características principais de cada uma delas em função de seu uso.

2.2. Desenvolvimento das Atividades

O experimento foi aplicado em três turmas do terceiro ano do ensino médio de uma escola pública militar. Cada turma, com vinte e seis alunos, foi dividida em grupos de quatro integrantes para a realização da atividade. A escolha por grupos pequenos se deu pela crença de que, com menos alunos manuseando o experimento, cada estudante teria a oportunidade de ter um contato mais estreito com a experiência podendo fazer observações mais fecundas do que as que seriam feitas em grupos maiores. Borges (2002) aponta ainda que a atividade em grupos pequenos

proporciona ao aluno uma possibilidade de interação maior com a experiência, além de mais compromisso com o fazer e o pensar na atividade.

Não se pode deixar de reconhecer alguns méritos nesse tipo de atividade: por exemplo a recomendação de se trabalhar em pequenos grupos, o que possibilita a cada aluno a oportunidade de interagir com as montagens e instrumentos específicos, enquanto divide responsabilidades e idéias sobre o que devem fazer e como fazê-lo. (BORGES, 2002, p. 296)

A atividade foi realizada em duas aulas de quarenta e cinco minutos cada, sendo realizado primeiro o experimento virtual, usando o simulador Phet, e posteriormente utilizando a placa didática para estudar o circuito em paralelo.

Vale lembrar que, para a realização da atividade, os alunos já haviam estudado os conceitos sobre a 1ª Lei de Ohm e a relação existente entre corrente e resistência elétrica.

Na realização da primeira parte do experimento (laboratório virtual) os alunos foram levados para o laboratório de física, que é equipado com computadores e bancadas para execução de experimentos reais. Para a realização da primeira atividade não foi feita nenhuma explicação prévia da matéria ou da associação que se pretendia estudar. Apenas foram passadas algumas orientações sobre o roteiro, sobre a utilização dos simuladores e sobre o objetivo a ser atingido e, em seguida, os estudantes já partiram para a execução da atividade.

É interessante notar que, mesmo sendo o primeiro contato dos alunos com o simulador, as dificuldades foram mínimas na montagem virtual. Os alunos se mostraram muito à vontade e com uma grande segurança em mexer no sistema, sem medo de fazer alguma ligação errada. Ainda que a ligação estivesse errada, os alunos acionavam o circuito – clicando no botão do *play* – sem o receio de que algo pudesse explodir ou pegar fogo e etc. A confiança era tanta que após a realização da atividade proposta alguns alunos ficaram “brincando” no programa pensando outras formas diferentes de ligar o circuito para que o mesmo pegasse fogo.

O passo seguinte da atividade baseou-se na observação do circuito funcionando, no brilho diferente das lâmpadas e na medição das diferenças de potencial nos terminais de cada lâmpada. Nesta etapa do trabalho poucos questionamentos foram

levantados. Todas as adaptações feitas nas questões do roteiro tinham o objetivo de propor que o aluno observasse o fenômeno e descrevesse o porquê daquele fenômeno, após a discussão com os colegas de grupo. A grande maioria dos alunos conseguiu fazer observações importantes além daquelas que eram solicitadas, como por exemplo, a instantaneidade com que a lâmpada se acende ao estabelecer um caminho para a corrente, devido ao movimento dos portadores de carga que “empurram” uns aos outros.

Para as observações acerca do que foi perguntado no roteiro, os alunos não apresentaram dificuldade em discutir e explicar o que era observado na plataforma, respondendo as perguntas com textos consistentes e bem baseados nas suas observações e no aprendizado da 1ª Lei de Ohm, estudada previamente em sala de aula.

O objetivo final da atividade era que os alunos chegassem numa relação matemática para o cálculo da resistência equivalente de um circuito em série. Esse objetivo foi atingido, no sentido de que os alunos compreenderam que quanto mais itens acrescentados no circuito, maior será a resistência total e, por isso, a corrente elétrica diminuirá. Porém, escrever uma relação matemática para esta afirmativa não foi de fácil execução para os alunos. Muitos tiveram dificuldade em trabalhar com a expressão $U=RI$ simultaneamente para cada lâmpada, e não conseguiram perceber que a variável ‘I’ era comum na expressão para as três lâmpadas uma vez que o circuito série tem a característica de ter a mesma intensidade de corrente em todos os pontos do circuito. Por isso, a variável correspondente à corrente elétrica, poderia ser substituída nas duas expressões para encontrar o somatório das resistências elétricas. Após serem sanadas as dúvidas, todos os grupos conseguiram finalizar a atividade proposta no roteiro.

Na aula seguinte iniciou-se a execução da segunda parte da atividade, com a experimentação na placa didática. Em cada bancada de trabalho havia uma placa já devidamente montada e ligada na rede elétrica do laboratório - que possui 127V de tensão de entrada -, com três lâmpadas de potências diferentes, sendo seus valores nominais descrito no início da segunda parte do roteiro. Além da placa, cada aluno dispunha também de um multímetro escolar, para medir a tensão e a corrente no

circuito. Os grupos se mantiveram com os mesmos alunos que executaram a primeira parte da atividade.

Diferentemente do experimento virtual, antes de iniciar as medidas e observações desta etapa, foi feita uma pequena explanação sobre o circuito constituído na placa, o caminho que a corrente faria e sobre a correta utilização do multímetro, lembrando as características específicas de cada medidor elétrico.

Durante a execução da atividade procurei deixar que os alunos tomassem uma postura mais autônoma, intervindo muito pouco nas medições e observações que eles faziam. Essa autonomia propiciou que os alunos debatessem mais durante as medições e observações. Durante as atividades, caminhando entre os grupos, percebi muitas dúvidas dos alunos no manuseio do multímetro. Eles questionavam entre si sobre quando o aparelho funcionava como amperímetro ou como voltímetro e as faixas de tensões suportadas em cada posição da chave. Apesar de saberem as características de cada medidor elétrico, como por exemplo, um voltímetro possuir resistência muito grande e o amperímetro resistências muito baixas, as dúvidas de onde inserir os medidores na placa foi comum em todos os grupos.

Um grupo em particular, com o multímetro ajustado para medir corrente, inseriu o aparelho em paralelo com a lâmpada de 60w, causando um pequeno estouro instantâneo ao ligar o circuito. Essa medição errada causou um susto no aluno medidor e uma grande inquietação na turma. O aluno ficou preocupado, pensando ter queimado a placa, já que depois do ocorrido as lâmpadas não acendiam mais. Eu, como professora, acalmei o aluno dizendo estar tudo bem, afinal não era a primeira vez que o fato acontecia no laboratório e por isso era importante o uso dos equipamentos de proteção individual no laboratório como jalecos e óculos. O fato também foi utilizado para retomar alguns conceitos dos fenômenos já estudados no início do ano letivo, como o efeito joule e o importante papel de fusíveis e disjuntores nas ligações elétricas.

Tal fato permitiu lembrar que, quando há um aumento muito rápido da corrente chegando esta a uma intensidade maior que a ligação pode suportar, o disjuntor tem o papel de abrir o circuito, protegendo assim os aparelhos elétricos presentes no

mesmo. Com isso, o aluno que fez a inserção errada do amperímetro tranquilizou-se, sabendo que não havia danificado a placa didática e que apenas o disjuntor deveria ser religado para que a placa continuasse sendo utilizada sem prejuízos.

Após o fato, o grupo que havia feito a medição errada continuou a atividade normalmente, mas o aluno que havia feito a ligação errada do amperímetro passou a participar, por opção própria, apenas como observador e debatedor das ideias, não realizando mais nenhuma medição.

Durante a realização da atividade muitos grupos tentaram estabelecer uma relação entre aquilo que se observava na placa didática e os fenômenos observados no laboratório virtual, utilizado na aula anterior. Um dos objetivos do experimento na placa didática também era escrever uma relação matemática para a resistência equivalente de um circuito paralelo. Esta relação foi obtida com mais facilidade do que a primeira visto que a sua dedução é muito parecida e dependente apenas da 1ª Lei de Ohm. As dificuldades de manipulação das variáveis U , R e I da primeira lei, apresentadas na aula anterior, não foram observadas naquele momento da atividade. A compreensão das características específicas do circuito paralelo – como a divisão da corrente para cada malha do circuito – foi observada em todos os grupos após a execução da atividade.

Na terceira aula sobre associações de resistores – já em sala de aula – foi disponibilizado um tempo de 30min para discutir sobre as experiências realizadas no laboratório e para que os alunos montassem um esquema para elaboração do relatório, que deveria ser entregue na aula seguinte. Essa discussão foi realizada em grupos com os mesmos integrantes que realizaram os experimentos. Durante a aula eu me inseri em cada grupo durante um tempo de aproximadamente cinco minutos, tentando participar da discussão e observando o que os mesmos haviam aprendido com a atividade. Em todos os grupos questioneei qual a atividade tinha sido mais fácil e, com exceção de apenas um grupo, todos acharam mais fácil a experiência no laboratório virtual. As principais dúvidas que surgiram eram sobre o caminho que a corrente percorria em cada circuito e por que os circuitos eram nominados série e paralelo. Outra questão muito levantada nas discussões foi sobre o porquê de não

utilizamos circuitos série nas nossas residências. Os quinze minutos restantes foi dedicado à elaboração, propriamente dita, do relatório a ser avaliado.

2.3. Coleta de dados

Durante as três aulas, dedicadas à execução das atividades, procurei manter apenas o papel de observadora da atividade e dos alunos, não intervindo nas discussões dos grupos e dedicando-me mais a observação e a coleta de dados que foram realizadas com gravações de áudio – feitas com aparelho celular e em grupos específicos – em cada turma a qual a atividade foi aplicada. Além dessa gravação, também utilizei os relatórios entregues pelos alunos como fonte de dados, uma vez que, por escassez de tempo, optei por não confeccionar um diário de bordo. No laboratório, só intervia no experimento quando era acionada pelos alunos, mas sempre buscando respondê-los com outra pergunta, no intuito de fazê-los pensar sobre as questões levantadas, incentivando-os a investigar, discutir e propor uma resposta alinhada à pergunta inicial ao invés de fornecer uma explicação fechada ou uma resposta pronta.

A escolha dos grupos para as gravações de áudio foi feita de maneira bem pessoal primando por aqueles alunos que eu considerava mais questionadores e interessados nas aulas de física teórica. Realizei uma gravação em cada turma, por cada dia de trabalho, incluindo o terceiro dia - dedicado à discussão e elaboração do relatório.

Além das gravações, estive o tempo todo buscando observar a postura, o comportamento e, até mesmo, as expressões faciais dos alunos, sempre caminhando entre os grupos e supervisionando o trabalho dos mesmos.

As primeiras observações relevantes aconteceram nos primeiros minutos de atividade, quando percebi o quão à vontade os alunos se sentem frente a um computador. Ao apresentar o simulador Phet, que seria utilizado como ferramenta de trabalho, percebi expressões bem normais em seus rostos, sem aquela reação de surpresa comum quando nos deparamos com algo novo.

O ato de realizar a gravação dos áudios, com o auxílio de um aparelho celular colocado sobre a bancada de trabalho dos alunos, também não causou nenhum desconforto aos mesmos, sendo as discussões muito informais e com o vocabulário próprio deles sem a preocupação do registro íntegro das conversas. No primeiro dia de trabalho fui muito pouco solicitada pelos alunos. Eles realizaram toda a atividade sem grande dificuldade, apresentando dúvidas apenas na elaboração da relação matemática para o cálculo da resistência conforme solicitava o roteiro.

Na aula seguinte, quando usamos a placa didática, a situação mudou bastante. Percebi muitos olhares curiosos logo ao adentrarmos no laboratório. Em uma das turmas a curiosidade era tamanha que um aluno, assim que se acomodou na bancada, foi logo me questionando quanto ao funcionamento da placa didática:

Aluno: “ôh tenente pra que que serve isso?”

Professora: “já vou explicar, espera só o pessoal todo se assentar.”

Além disso, na primeira atividade todos os alunos esperaram as orientações e a ordem para começar a atividade. Porém, na segunda atividade, antes mesmo que eu terminasse de explicar a dinâmica de trabalho já percebia alguns alunos manuseando o multímetro e a placa para tentar aprender sozinho como eles funcionavam.

Tão logo foi dada a ordem para começar o trabalho, eu já estava sendo chamada às bancadas para confirmar se o procedimento dos alunos estava correto. As solicitações foram tantas que eu quase não consegui atender a todos os alunos no tempo de aula previsto.

O primeiro passo do roteiro solicitava que os alunos medissem a tensão de entrada na tomada. Para isso bastava ajustar o multímetro para medir tensões até 200V e inserir os pinos do aparelho nos terminais da tomada. Para realizar esse procedimento, muitos grupos solicitaram a minha presença, a fim de ter certeza de que estavam fazendo o procedimento correto. Talvez por medo de tomar um choque ou de causar um acidente.

Durante todo o tempo de aula pude perceber a insegurança dos alunos ao fazer alguma medição, sempre se perguntando sobre como inserir o voltímetro e amperímetro e discutindo entre eles sobre os valores detectados. Essa insegurança ficou ainda mais evidente após o incidente narrado na seção anterior.

Na última atividade, que aconteceu em sala de aula, os alunos discutiram bastante sobre o circuito paralelo, e tiveram grande dificuldade em listar tipos de instalações que usavam o circuito em série. Porém a confecção do relatório foi uma atividade bem tranquila, já que as anotações dos alunos já haviam sido feitas durante a realização da atividade restando somente digitar as respostas e imprimir para ser entregue na aula seguinte.

2.4. Análise e Discussões

Conforme citado anteriormente, as fontes de dados para esta pesquisa foram compostas por observações de sala de aula durante a realização das atividades; registros em áudio do trabalho desenvolvido por 3 grupos e pelos relatórios produzidos por todos os grupos. Nesta seção apresentaremos a análise desses dados dividida em duas partes. Na primeira apresentaremos a análise das atividades desenvolvidas no laboratório e na sala de aula, com base em nossas observações e nos registros em áudio, e na segunda a análise dos relatórios produzidos pelos grupos.

2.4.1. Análise das atividades desenvolvidas no laboratório e na sala de aula

As atividades realizadas no laboratório, ainda que tratem do mesmo tema, podem provocar comportamentos distintos nos alunos dependendo da forma como são trabalhadas. O experimento virtual, mais especificamente o simulador do Phet, tem um caráter lúdico e interativo bastante simples e agradável àquele que o opera. Porém, o crescimento exponencial de ferramentas de tecnologia e informação e o fácil acesso a essas tecnologias, com softwares e aplicativos dotados de grande interatividade, coloridos e dos mais diversos ramos de utilidade, colocam o jovem numa situação bastante confortável frente ao computador, ou outra ferramenta dessa natureza. Com isso, a sensação de novidade já não tem sido tão comum no uso de ferramentas de caráter virtual.

Apesar de ser crescente o interesse pelo o uso do computador como ferramenta auxiliar no ensino de física, este já não tem mais o potencial de envolver o aluno na busca pelo conhecimento, pelo simples o apelo inovador. Observando a reação dos alunos perante o uso do simulador Phet, percebemos que hoje o aluno comporta-se frente ao computador ou software didático de forma bastante semelhante àquela que se tem perante o uso do livro didático. Esta conclusão nos traz uma perspectiva diferente daquela que era esperada no início do trabalho. Acreditava-se o que o uso de simulações no ensino de física, além de auxiliar na formulação e resolução de problemas, pudesse também motivar os alunos, pelo apelo lúdico e inovador, para a aprendizagem dessa disciplina.

Por outro lado, o uso das simulações propiciam ao aluno uma visão geral do experimento e uma segurança maior na execução das tarefas, visto que a atividade realizada no computador é praticamente isenta de acidentes e imprevistos que causem dano ou prejuízo ao equipamento ou ao aluno. Sobre este aspecto, Miranda, Arantes e Studart (2010, p.29), apontam ainda que “as simulações virtuais encorajam os alunos a explorar o comportamento da simulação, questionar suas ideias e desenvolver outros modelos correspondentes sobre determinado assunto”. Acreditamos ser este um dos fatores que explica o comportamento dos alunos, relatado na seção anterior, quando se sentiram tão confiantes frente ao circuito virtual que, mesmo após a realização da atividade, dedicaram-se a descobrir novos arranjos entre os componentes elétricos que trouxesse resultados diferentes para o brilho da lâmpada e o comportamento da bateria, sem se preocupar com as consequências desses arranjos, visto que nada passaria de modelagens e representações virtuais.

Na atividade com o Phet, ao adentrarem no laboratório os alunos não se sentiram num ambiente diferente daquele que já lhes é familiar. O computador é um item muito presente no dia a dia deles, sendo usado para estudos, trabalhos, lazer e etc. Assim, consideramos que a primeira aula, na visão dos alunos, se tratava apenas de mais uma instrução científica comum e tradicional, apenas intermediada pelo computador, na qual os estudantes recebem as orientações e as diretrizes do objeto

de estudo e partem para a prática da resolução de problemas e situações referentes ao tema da aula.

Alguns autores (MIRANDA, ARANTES, STUART, 2010; VALENTE, 1997; DORNELES, 2010) defendem a ideia de que, pelo fato de a presente geração dos estudantes estar sendo formada em um ambiente totalmente permeado pela informática, essas novas tecnologias educacionais, mais especificamente as simulações, tendem a ser muito bem recebida pelos estudantes. E ainda vão além ao defenderem que as simulações educacionais instigam os alunos na busca pela investigação fora da sala de aula e na identificação de concepções alternativas do conteúdo trabalhado. No nosso entendimento o computador aliado à prática de ensino tem muito a contribuir para a aprendizagem dos alunos, porém não se deve depositar neste as expectativas de garantia de sucesso de trabalho apenas pelo uso dessa ferramenta.

Na atividade realizada, com um roteiro de experimento semiestruturado, as simulações funcionaram apenas como ferramenta para a resolução do roteiro a fim de concluir a atividade prevista. Apesar do layout colorido e dinâmico da simulação, esta não se apresentou como elo de aproximação entre a teoria e prática, visto que o objetivo da atividade só foi atingido após o esclarecimento de muitas dúvidas e questionamentos pela professora.

No nosso entendimento, a aula realizada com a placa didática aponta para um cenário diferente. O laboratório de física, que foi utilizado para a realização das duas atividades é um ambiente muito frequentado pelos alunos, porém muitas das vezes o espaço é utilizado apenas para aulas expositivas e demonstrativas, sendo o aluno um mero espectador do assunto explanado pelo professor. Nesta atividade, eles tiveram a oportunidade de atuarem como elementos ativos durante o tempo de aula operando efetivamente os equipamentos do laboratório, manuseando objetos que até então eram conhecidos apenas por fotos e demonstrações.

Quanto aos laboratórios didáticos de ensino de ciências, Borges (2002) aponta que o ensino prático de ciências tem alto prestígio entre os professores em geral. Muitas vezes esse prestígio deve-se, erroneamente, à crença de que o simples fato de

mobilizar a atividade do aprendiz frente a sua passividade, já é suficiente para provocar o interesse pelo conhecimento.

A importância e o prestígio que os professores atribuem ao ensino prático deve-se à popularização, nas últimas décadas, das idéias progressistas ou desenvolvimentistas no pensamento educacional que descendem de Rousseau, Pestalozzi, Spencer, Huxley, Dewey, entre outros (Bybbe e DeBoer, 1996). A idéia central é: qualquer que seja o método de ensino-aprendizagem escolhido, deve mobilizar a atividade do aprendiz, em lugar de sua passividade. Usualmente, os métodos ativos de ensino-aprendizagem são entendidos como se defendessem a idéia de que os estudantes aprendem melhor por experiência direta. Embora verdadeiro em algumas situações, esse entendimento é uma simplificação grosseira, como apontam os trabalhos baseados nas idéias de Dewey, Piaget e Vigotsky, entre outros. (BORGES, 2002, p. 294)

Em nossa experiência, observamos que a oportunidade de manusear a placa didática com fiações, lâmpadas e outros itens reais aguçou nos alunos uma curiosidade em saber como aquelas coisas funcionam e por isso causou-lhes uma ansiedade tão grande que mal conseguiram esperar as explicações e orientações para começarem a realização do experimento. Assim, entendemos que a atividade prática realizada com equipamentos de laboratório, hoje em dia, é capaz de despertar mais o interesse dos alunos, pelo simples fato de colocar o estudante num ambiente que é diferente daquele que ele encontra no dia a dia, fora da sua zona de conforto, provocando nele sentimentos diferentes direcionados para o campo das ideias, da curiosidade e da busca por respostas para suas investigações.

Por outro lado, o fato de manusear equipamentos reais, provocou nos alunos certa insegurança que não foi percebida na atividade virtual. Essa sensação de insegurança foi agravada pelo o fato de um estudante de um dos grupos ter feito uma conexão errada que provocou um curto-circuito, como relatado na seção anterior.

Por mais que as simulações busquem uma demonstração mais próxima à realidade, o sentimento intrínseco que temos, de saber que se trata apenas de um software, nos traz a confiança de que aquele objeto é virtual, e que não sairá desse campo. Logo o sentimento de segurança e proteção é grande, o que nos permite ousar sem medo de sofrer algum dano ou prejuízo.

Os experimento reais por sua vez apresentam uma perspectiva diferente já que, por se tratarem de situações concretas, o resultado de alguma operação indevida pode ter consequências que extrapolam o controle do experimentador. Por isso, no caso dos alunos que estavam pela primeira vez lidando com aqueles materiais, o sentimento de insegurança era pertinente e a cada passo do roteiro eles refletiam muito mais sobre as suas ações e sempre recorriam à professora para certificar-se do procedimento correto.

2.4.2. Análise dos relatórios entregues pelos alunos

Os relatórios entregues pelos alunos traziam basicamente as respostas das observações feitas durante a atividade e um comparativo entre as duas atividades trabalhadas. Pelas respostas dadas pelos alunos observa-se que o objetivo da atividade foi atingido com sucesso. Os alunos descreveram de forma clara e correta a diferença entre os dois circuitos e a relação matemática da tensão e resistência em cada circuito foi conseguida em todos os relatórios dos alunos. Porém estas respostas se apresentaram em todos os relatórios, de forma padronizada, trazendo a relação matemática pedida e textos muito curtos e objetivos, não demonstrando uma observação mais profunda do aluno na realização da atividade. O objetivo inicial do roteiro era trazer apenas diretrizes para o trabalho no laboratório, fazendo com que a atividade caminhasse num determinado rumo deixando por conta dos alunos as análises e observações dos fenômenos. Isso porque, se pretendíamos aplicar uma atividade com caráter investigativo, era preciso que esta se apresentasse com características únicas para combinar processos, conceitos e procedimentos na solução de um problema (BORGES, 2002). Assim ao propormos algumas questões abertas sobre os acontecimentos durante a atividade esperava-se que as análises feitas pelos alunos fossem das mais diversificadas, principalmente porque em cada questão, logo após a pergunta, vinha sempre uma pergunta do porquê que esta era resposta do alunos, e qual a ligação que o mesmo fazia em relação ao que era observado e a teoria já vista em sala. Porém, na análise dos relatórios percebemos muitas “respostas padrão” que não explicitavam os modos de pensar e nem as relações que alunos faziam sobre aquilo que estavam observando no trabalho realizado no laboratório. Numa atividade investigativa, a abordagem do assunto deve ser feita de forma bem ampla e que leve o aluno à necessidade de pensar. Para isto, não basta apenas propor questões abertas. É preciso que estas

direcionem o aluno para o pensamento e reflexão sobre o que se quer investigar. Nesse sentido entendemos que as questões como foram propostas no roteiro priorizavam apenas a observação do aluno, não os instigando a refletir sobre essas observações. O simples fato de questionar o porquê daquela observação permitia aos alunos explicar o fenômeno baseado apenas na teoria exposta livro didático reproduzindo no seu relatório o texto padrão já aprendido e sala de aula.

Para um grupo de alunos pouco acostumado a atividades experimentais, um roteiro de nível 4 - no qual a atividade fica totalmente a aberta desde a formulação das hipóteses da situação problema até as suas conclusões – seria uma tarefa muito difícil, tendo em vista que esses estudantes não estavam habituados com atividades investigativas. No entanto Borges (2002) evidencia que mesmo os alunos sem conhecimento específico ou experiências em aulas de laboratório conseguem formular problemas mais simples e planejar soluções para uma determinada questão. Assim, no nosso entendimento, o roteiro como foi aplicado não é uma ferramenta que condiz com o tipo de trabalho pretendido. As perguntas, apesar de serem abertas, ainda assim foram muito direcionadas, tirando a liberdade de trabalho e de pensamento dos alunos. Acreditamos ser este o motivo pela apresentação de muitas respostas “prontas” sem uma discussão mais fecunda do trabalho realizado.

No entanto, no que tange aos objetivos numa perspectiva mais tradicional, podemos inferir que eles foram alcançados com muito êxito. Na 2ª prova parcial, para fechamento do 2º trimestre da escola, nas questões propostas de forma textual, tal como:

“Associam-se em série m resistores de resistência elétrica R_1 e n resistores de resistência elétrica R_2 . Quando submetidos a uma diferença de potencial U (nos terminais da associação), a corrente elétrica em cada resistor será:

$$a) \frac{U}{(mR_1+nR_2)} \quad b) \frac{Um}{n(R_1+R_2)} \quad c) \frac{U(m+n)}{(R_1+R_2)} \quad d) \frac{mnU}{(R_1+R_2)}$$

os alunos conseguiram com grande facilidade identificar quando se tratava de um circuito série ou paralelo. Essa facilidade também foi constatada quando o circuito vinha desenhado de forma esquemática, como os desenhos propostos nos livros didáticos ou na placa trabalhada. Porém, existiam na mesma prova, algumas

questões em que o circuito supracitado era ilustrado por meio de fotos de circuitos reais, como o circuito apresentado na figura 3, com fiação igual àquelas que utilizamos em nossas residências. Nessas questões os alunos apresentaram dificuldade de resolução, sendo que alguns alunos chegaram a errar a resposta a ser dada.

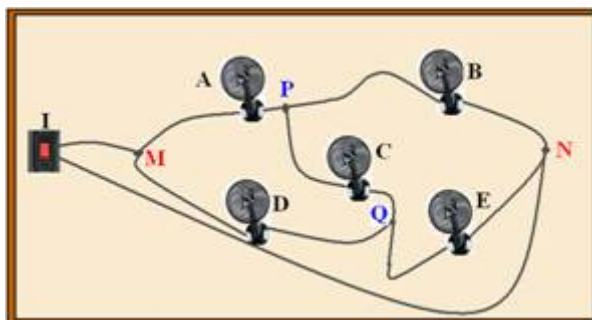


Figura 4: Ilustração apresentada em uma das questões da 2ª prova parcial.

Essas questões só ficaram claras para a turma, quando a ilustração real foi transformada em um esquema de circuito igual ao trabalhado na placa didática do laboratório. Isso indica que o uso das simulações, bem como das placas didáticas, ainda se assemelha e prioriza uma física escolar, com esquemas bem estruturados que ora não se aproximam do cotidiano dos alunos.

O uso das simulações virtuais como objeto de aprendizagem tende a crescer muito rapidamente com o passar do tempo (MIRANDA, ARANTES, STUDART, 2010). Entendemos que esta ferramenta tem muito a contribuir para o ensino de ciências atual. Uma boa simulação pode levar o aluno a uma aprendizagem muito rápida e efetiva, contudo, se existe algo numa simulação que o aluno interpreta de forma diferente, ou se ela é utilizada de forma inadequada, este pode aprender de forma errada determinado conceito ou teoria. Nesse sentido os experimentos reais são mais eficazes, pois estes não são meras representações dos fenômenos reais, com todas as condições de contorno que devem ser consideradas. Por outro lado alguns experimentos reais, podem representar riscos para alunos do ensino médio que não possuem experiência ou habilidade no uso de materiais de um laboratório escolar. Nesse caso o simulador pode proporcionar mais segurança ao experimentador. Foi observado durante a realização da atividade com a placa de circuito que o aluno seguia fielmente o roteiro e fazia suas observações, mas não foi percebida nenhuma curiosidade no sentido de pensar novos arranjos e prever outros acontecimentos.

Talvez por insegurança ou medo de fazer alguma medida errada que trouxesse prejuízos para eles ou para a aula.

Assim, acreditamos que uso integrado dessas duas modalidades de experiências traz para o aluno condições de aprendizagem mais eficazes. Em uma abordagem investigativa podemos dispor dessas duas ferramentas, de tal forma que desperte o interesse do aluno diante de uma situação problema aberta e bem elaborada, que permita fazer previsões baseadas em seus conhecimentos prévios, testar suas hipóteses na simulação virtual, onde as condições de contorno (atrito, resistências, etc) podem ser controladas e posteriormente, confirmar ou refutar suas crenças num experimento real. Zacharia⁵ apud Dorneles (2010, p. 100) aponta que:

Zacharia (2007) averiguou o entendimento conceitual de alunos que utilizaram AC como complemento às AE no ensino de circuitos elétricos. Os resultados encontrados mostram que o uso integrado propiciou uma melhor compreensão conceitual dos alunos comparado com a dos que trabalharam somente com atividades experimentais.

Assim, acreditamos que a integração das duas ferramentas utilizadas na experimentação, proporcionam ao aluno uma visão mais ampla e contemporânea do papel do laboratório, ajudando no desenvolvimento de competências e habilidades que irão ajudar na aprendizagem da física. Além disso, atividades desse tipo ajudam a promover interatividade e o compromisso dos alunos no seu próprio aprendizado.

⁵ ZACHARIA, Z. C. Comparing and combining real and virtual experimentation: an effort to enhance students' conceptual understanding of electric circuits. *Journal of Computer Assisted Learning*, Oxford, v. 23, n. 2, p. 83-169, 2007.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desenvolvemos este trabalho com o objetivo de verificar o papel das simulações como alternativa aos laboratórios convencionais no ensino de física, na tentativa de suprir a necessidade da experimentação nesta disciplina. Para isso, realizamos duas atividades, uma no laboratório virtual e outra no laboratório real para investigar o quanto o laboratório virtual pode substituir o laboratório real para suprir a necessidade de experimentação no ensino de física. Com dois roteiros semiestruturados propomos aos alunos do terceiro ano do ensino médio uma atividade sobre os circuitos série e paralelos, onde os mesmos, a partir do circuito montado, faziam observações sobre estes circuitos com o objetivo de perceber as principais semelhanças e diferenças entre eles e chegar numa relação matemática para descrevê-los a partir da primeira lei de ohm. Essas observações e conclusões dos alunos foram registradas em relatórios confeccionados por grupos de quatro alunos e entregues numa aula posterior à atividade proposta e foram um dos objetos de análise neste trabalho.

As atividades desenvolvidas durante o trabalho nos apontaram para uma direção diferente das expectativas iniciais. Esperava-se que os laboratórios virtuais causassem nos alunos os mesmos efeitos que o laboratório real, ou seja, que a atividade realizada por meio de uma simulação proporcionaria ao aluno uma aprendizagem semelhante àquela que obteria por intermédio de uma experimentação com objetos reais. Assim poderíamos pensar no uso das simulações em substituição aos experimentos reais, para contornar o problema da falta de experimentação no ensino de ciências, por falta de espaço ou condições para a sua realização devido ao alto custo e a dificuldade de montar e manter um laboratório de ciências nas escolas de ensino fundamental e médio. No entanto os resultados obtidos a partir da análise dos relatórios e das observações da professora em sala de aula, apontaram para um uso diferente deste objeto de aprendizagem. Os laboratórios virtual e real apresentam possibilidades e dificuldade muito distintas, sendo a integração dos dois a melhor saída para a realização de uma atividade investigativa de ensino de ciências.

Numa atividade investigativa, não basta apenas que o aluno seja ativo e operador de objetos para se construir conhecimento. É preciso que a ação do professor esteja engajada com esta ideia para proporcionar ao aluno desafios e situações em que o mesmo necessite refletir sobre suas próprias ações a fim de buscar soluções para o problema inicial. Neste contexto concluímos que os relatórios semiestruturados não são uma boa maneira de conduzir uma atividade investigativa, porque, ainda que tenham certo grau de abertura, essa forma de condução engessa as ações dos alunos. Por outro lado a utilização do roteiro numa atividade de laboratório é de fundamental importância para um aluno que não tem experiência neste ambiente de aprendizagem. É muito comum no ensino médio atual, nos depararmos com alunos sem autonomia no laboratório, inseguros e sem experiência com esse tipo de atividade. Nesse sentido, a utilização de um bom roteiro experimental direciona o trabalho do aluno, para que a experimentação aconteça e tenha sentido, não transformando o tempo dedicado a esta atividade em uma simples oportunidade de manipular objetos sem produção de um conhecimento válido para os alunos. Os laboratórios virtuais como recurso pedagógico são de grande importância para o ensino. Além do apelo lúdico e da simplificação e ilustração de conceitos que muitas vezes são abstratos para serem ensinados apenas com uso do quadro e giz, as simulações virtuais têm ganhado cada vez mais espaço no ensino de ciências, se tornando um objeto de aprendizagem de fácil acesso para alunos e professores. Uma boa simulação, usada de maneira adequada, pode proporcionar ao aluno uma aprendizagem muito rápida e muito efetiva sobre diversos assuntos, inclusive aqueles de difícil compreensão (WIEMAN⁶, 2008, apud MIRANDA, ARANTES, STUDART, 2010). Porém as simulações por si só não atende a todos os requisitos para ajudar o aluno a desenvolver habilidades inerentes ao processo investigativo nas ciências naturais, como, por exemplo, a simplificação de modelos e o desprezo das condições de contorno, que muitas das vezes influenciam muito no resultado de uma experiência.

6

WIEMAN, Carl E.; PERKINS, Katherine K.; ADAMS, Wendy K. Oersted Medal Lecture 2007: Interactive simulations for teaching physics: What works, what doesn't, and why. American Journal of Physics, v. 76, n. 4, p. 393-399, 2008.

Por outro lado, os laboratórios didáticos reais permitem discutir e analisar essas condições de contorno que envolve riscos e possibilidades de erros que interferem diretamente nos resultados obtidos. Além disso, verificamos que, em um mundo dominado pelas tecnologias de informação e comunicação, os laboratórios didáticos trazem o aluno para um ambiente diferente do seu cotidiano. Realizar experiências num laboratório real motiva o aluno a aprender pelo lúdico, pela manipulação e pela própria experiência ao “ver fenômeno acontecer”. Porém, nem sempre as experiências correspondem às expectativas do experimentador, e muitas vezes as consequências de uma ligação ou medição podem não ser controladas pelo experimentador. Isso pode causar insegurança naquele que realiza a experiência, gerando inibição e produzindo um efeito contrário àquele previsto inicialmente.

Os resultados do nosso estudo sinalizam que uma atividade investigativa pode ser mais efetiva se prover uma metodologia que integre os processos de experimentação em laboratórios didáticos reais com as simulações virtuais. Entendemos que essa associação pode trazer resultados mais interessantes do que se forem realizadas separadamente. Com as simulações virtuais, os alunos podem fazer previsões, investigar as possíveis ocorrências e depois confirmá-las ou refutá-las numa experimentação real. Além disso, as simulações integradas com a experiência real têm a possibilidade de fazer o aluno pensar novas situações e, baseados nisso, formular hipóteses para construir um conceito ou conhecimento acerca dos mais variados assuntos da física.

Entendemos que as análises feitas neste trabalho são pontuais e específicas para uma atividade e para um determinado grupo de alunos com características bem singulares. Para integrar de fato as simulações virtuais ao ensino de ciências da educação básica, é preciso analisar outras possibilidades, como a metodologia utilizada, o processo de experimentação, o caráter investigativo dentre outros. Por fim, este trabalho sugere que uma atividade investigativa baseada na associação de metodologias de ensino diversificadas pode produzir resultados significativos e gratificantes no processo de ensino-aprendizagem, além de ser uma prática motivadora para os profissionais engajados com o ensino de ciências.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

DE BASTOS, F. da P.; MAZZARDO, Mara Denize. **Investigando as potencialidades dos ambientes virtuais de ensino aprendizagem na formação continuada de professores**. Novas Tecnologias na Educação, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 1-5, 2004.

DORNELES, Pedro Fernando Teixeira; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em Física Geral. **Ciência & Educação**, v. 18, n.1, 2010.

DRIVER, Rosalind; OLDHAM, Valerie. **A constructivist approach to curriculum development in science**. 1986.

FERREIRA, J. et al. A apresentação de circuitos elétricos e seus respectivos conceitos da Física através da experimentação real e virtual. **Anais I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**, 2009.

FIOLHAIS, Carlos; TRINDADE, J. Física para todos: concepções erradas em Mecânica e estratégias computacionais". **A Física no Ensino na Arte e na Engenharia**, vol. 1, p. 195-202, 2002.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, C. F. de. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. v. 24, n. 2, p. 77-86, 2002.

MIRANDA, Márcio Santos; ARANTES, A. Riposati; STUDART, Nelson. Objetos de aprendizagem no ensino de física: usando simulações do PhET. **Física na Escola**, v. 11, n. 1, p. 27-31, 2010.

MORAN, José Manuel. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papyrus Editora, 2009. 133p.

NAKAMOTO, Paula Teixeira et al. Construindo um laboratório virtual de eletrodinâmica baseado no paradigma de mapas conceituais. In: **Proceedings of VII Symposium on Virtual Reality in the Schools**. 2004.p. 231-242.

PELIZZARI, A.; KRIEGL, M.; BARON, M. **Teoria da Aprendizagem Significativa Segundo AUSEBEL**. PUC / PR, jul. 2002.

PINTO, Aparecida Marcianinha. As novas tecnologias e a educação. **Revista Portal Anpedsul**, v. 5, 2012.

ROCHA, Sinara Socorro Duarte. O uso do Computador na Educação: a Informática Educativa. **Revista Espaço Acadêmico**, n. 85, 2008.

RÖRIG, Cristina; BACKES, Luciana. **O professor e a tecnologia digital na sua prática educativa**. Local: Editora, 2010.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Construção do conhecimento e ensino de ciências**. **Aberto**, v. 11, n. 55, p. 17-22, 1992.

TRENTIM, Marco Antônio S.; TAROUÇO, Liane. Proposta de utilização de um laboratório virtual de física na melhoria do processo de ensino-aprendizagem. **Informática na educação: teoria & prática**, v. 5, n. 2, 2008.

VALENTE, José Armando et al. Diferentes usos do computador na educação. **Computadores e Conhecimento: repensando a educação**, vol. 1, p. 1-23, 1993.

APÊNDICES

Apêndice 1 – Roteiro Experimental para circuito Virtual



ESCOLA PREPARATÓRIA DE CADETES DO AR

3º CPCAR 2014

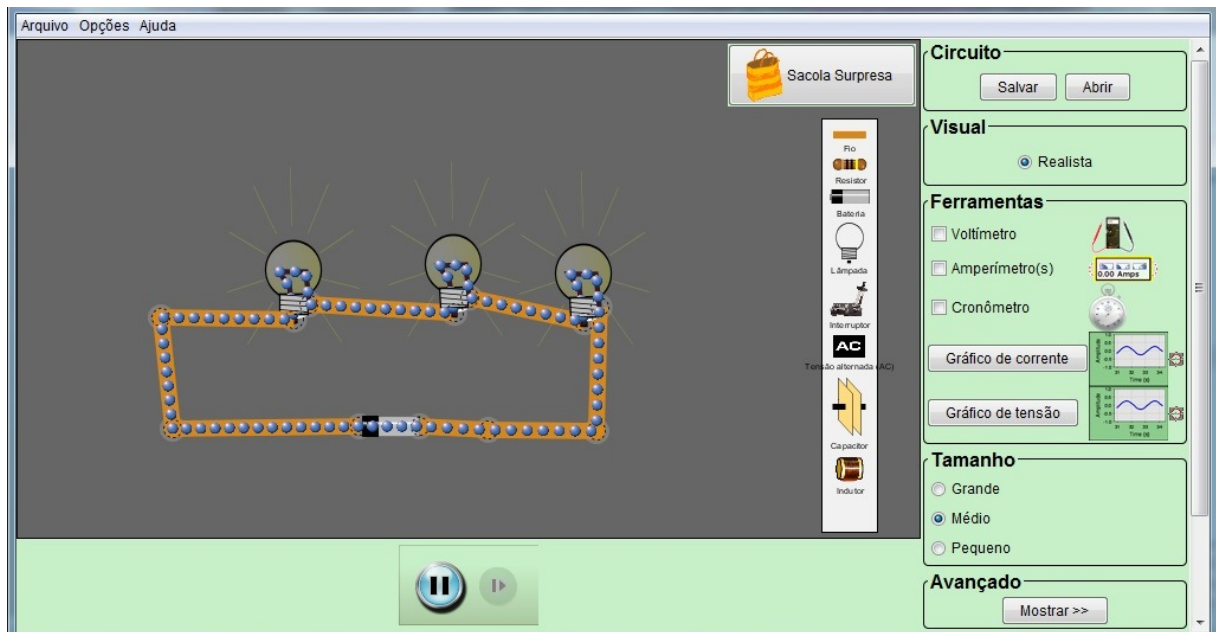
LABORATÓRIO DE FÍSICA

ROTEIRO EXPERIMENTAL

(este roteiro deve ser respondido e entregue junto com o relatório final da atividade)

PARTE 1 – CIRCUITO EM SÉRIE

Monte um circuito constituído por três lâmpadas em série, com resistências internas de 100, 50 e 10 ohms, como mostrado na figura:



- Ajuste a tensão da bateria para 120V.
- Com o voltímetro, meça a tensão nos terminais de cada lâmpada do circuito.
- Meça a tensão nos terminais da bateria.

Questão 1: O que você observa sobre a queda de tensão medida em cada lâmpada? Compare com o valor da tensão de entrada no circuito. Discuta porque os valores são diferentes.

- Com o amperímetro, meça a corrente que passa entre as lâmpadas.

Questão 2: O que você observa sobre a intensidade de corrente que passa por cada lâmpada? Compare com o valor da intensidade de corrente total do circuito. Explique.

Questão 3: Qual lâmpada brilha mais? Por quê?

Questão 4: Compare e discuta os resultados obtidos com as previsões feitas.

Questão 5: Você poderia escrever uma relação matemática para calcular a resistência total do circuito? Em caso negativo aponte as dificuldades apresentadas.

Apêndice 2 – Roteiro Experimental para circuito paralelo



ESCOLA PREPARATÓRIA DE CADETES DO AR

3º CPCAR 2014

LABORATÓRIO DE FÍSICA

ROTEIRO EXPERIMENTAL

(este roteiro deve ser respondido e entregue junto com o relatório final da atividade)

PARTE 2 – CIRCUITO PARALELO

Na placa está montado um circuito em paralelo com lâmpada de 60W, 25W e 15W.

- Meça a tensão nos terminais da tomada.
- Meça a tensão nos terminais de cada lâmpada.

Questão 1: O que você observa sobre a queda de tensão medida em cada lâmpada? Compare com o valor da tensão de entrada no circuito. Discuta.

–Você já sabe a relação existente entre a potência, tensão e a corrente que passa por uma lâmpada presente num circuito. Faça uma previsão da corrente que passaria em cada lâmpada.

Questão 2: O que você observa sobre a intensidade de corrente que passa por cada lâmpada? Compare com o valor da intensidade de corrente total do circuito. Explique.

Questão 3: Qual lâmpada brilha mais? Porque?

Questão 4: Você poderia escrever uma relação matemática para determinar a resistência total do circuito?

Relatório Final: Faça uma comparação entre os circuitos em série e em paralelo. Discuta com os colegas as vantagens e desvantagens de cada associação. Monte uma lista com quatro itens de aplicações para circuitos em série e em paralelo e discuta as características principais de cada uma delas em função de seu uso.