

Reflexão sobre a eficácia do uso de um ambiente virtual no ensino de Física

Reginaldo A. Zara

UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas
Rua Universitária, 2069. Jardim Universitário.
Caixa Postal 711 - CEP 85819-110 Cascavel, PR

reginaldo.zara@unioeste.br

***Resumo.** O processo de ensino aprendizagem de conceitos físicos pode ser facilitado através do uso de experiências virtuais uma vez que as simulações permitem ao estudante concentrar-se nos aspectos qualitativos do problema em contraste com a excessiva matematização da realidade física. Neste artigo é apresentado o relato de uma experiência de uso do pacote de simulações PhET (Physics Educational Technology) para o estudo das propriedades físicas de associações de capacitores submetidos a tensões elétricas. O estudo foi desenvolvido junto aos alunos da disciplina de Física do Curso de Ciência da Computação da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Campus de Cascavel. O desempenho de dois grupos de estudantes na resolução de problemas de análise de circuitos foi acompanhado: um grupo fez uso de simuladores para execução experiências virtuais enquanto outro grupo concentrou-se nos métodos tradicionais de análise. Os resultados indicam o grupo de alunos que não utilizou as experiências virtuais teve desempenho levemente superior.*

1. Introdução

O ensino de Ciências deve ser alicerçado na interdisciplinaridade e na contextualização com ênfase tanto aos conceitos básicos quanto à tecnologia envolvida, uma vez que a educação em ciências deve ter um enfoque amplo, não se restringindo somente a discussões metodológicas, mas estendido às dimensões culturais e tecnológicas. Atualmente, o desenvolvimento tecnológico da sociedade vem sendo associado ao desenvolvimento das ciências aplicadas enquanto a prática pedagógica de muitos professores de Ciências, especialmente nas áreas de Física, Química, Matemática e Biologia, continua baseada na utilização de quadro-negro e giz, com pouco ou nenhum uso de atividades experimentais ou de novas tecnologias de ensino. O uso do computador pode contribuir sobremaneira na educação devido à capacidade de apresentar ao estudante aspectos do conteúdo difíceis de serem visualizados. O uso do computador aumenta as possibilidades de implantação de novas técnicas de ensino uma

vez que hoje, o custo financeiro para implantação e manutenção de laboratórios de informática é relativamente baixo.

Existem muitas formas de utilizar a informática educativa no ensino de Ciências, especialmente *softwares* de simulação que funcionam como verdadeiros laboratórios virtuais e que podem ser de grande valia em sala de aula, principalmente nas escolas que não possuem laboratórios adequados para aulas práticas. No entanto falta ainda compreensão da atual realidade do uso da informática no ensino de Ciências e, em especial, deve-se ter a clareza de que os experimentos virtuais não podem ser substitutos de atividades práticas em laboratório, mas uma ferramenta auxiliar ao ensino.

A falta de compreensão de alguns princípios fundamentais da Física é uma realidade que vem sendo enfrentada atualmente tanto nas atividades didáticas na escola quanto no cotidiano. No caso específico do ensino de Física, segundo teóricos do desenvolvimento das matrizes de competências e habilidades na escola (BRASIL,2002), o professor deve desenvolver continuamente algumas competências, como o uso de novas tecnologias, que terão reflexo direto no trabalho com os alunos. Neste contexto o uso de simuladores em sala de aula auxilia no processo de ensino-aprendizagem uma vez que as simulações permitem ao estudante centrar-se na essência do problema, tornando mais eficiente a absorção dos conteúdos. Além disso, a utilização de simuladores permite o estudo de situações que, na prática, seriam difíceis ou até mesmo inviáveis de serem realizadas. O uso dessa ferramenta pelo educador pode também contribuir para a clareza, dinâmica e interatividade com o conteúdo, reforçando e fixando os conceitos aprendidos em aulas teóricas (PERRENOUD,2000; MEDEIROS,2002) e facilitando o desenvolvimento de atividades práticas de laboratório, imprescindíveis para o efetivo aprendizado de Ciências.

O projeto *PhET Interactive Simulations (Physics Education Technology)* (PhET, 2010; WIEMAN, 2008; FILKENSTEIN, 2005) é uma iniciativa da Universidade do Colorado cujo objetivo é prover um pacote de simulações que possam auxiliar no modo como as Ciências (física, química, matemática, biologia) são ensinadas e aprendidas. As simulações são ferramentas interativas que permitem ao usuário estabelecer conexões entre fenômenos reais e a ciência básica, através da formulação de seus próprios questionamentos. O *PhET* é disponibilizado na Internet através do sítio <http://phet.colorado.edu/index.php> e pode ser livremente utilizado. O ambiente de simulação disponibilizado pode ser executado diretamente na Internet ou um pacote de instalação (disponível para diferentes sistemas operacionais) pode ser baixado e instalado em máquinas locais.

Neste trabalho são apresentadas reflexões baseadas na experiência do uso do aplicativo *Circuit Construction Kit (AC+DC)* do ambiente *Physics Education Technology (PhET)* para ensino de métodos de análise de circuitos ou associações de capacitores submetidos a tensões elétricas. O estudo foi desenvolvido com dois grupos de estudantes aos alunos da disciplina de Física de um Curso de Ciência da Computação. O desempenho dos grupos de estudantes frente à resolução de problemas de análise de circuitos foi acompanhado. Enquanto um grupo desenvolveu seus estudos fazendo uso de simuladores para execução experiências virtuais enquanto outro grupo concentrou-se

nos métodos tradicionais de análise de circuitos, efetuados de forma teórica. O desempenho dos grupos foi comparado usando notas atribuídas à solução de um mesmo problema para ambos os grupos.

2. Metodologia

Diversos *softwares* educacionais, muitos deles de uso livre, podem ser utilizados no ensino de Ciências. Para este trabalho foi utilizado o *PHET- Interactive Simulations* está disponibilizado na Internet através do sítio <http://phet.colorado.edu/index.php> podendo ser livremente utilizado. As simulações deste laboratório virtual são interativas e permitem ao usuário estabelecer conexões entre fenômenos reais e a ciência básica, através simulação de experimentos propostos e da formulação de seus próprios questionamentos. Para o caso em questão a metodologia adotada envolveu três componentes:

- Preparação teórica dos assuntos a serem abordados, com a escolha de circuitos de associações de capacitores comuns nos livros texto adotados nas disciplinas (YOUNG & FREEDMAN, 2003, CAPUANO & MARINO, 2002);
- Implementação das simulações e elaboração de roteiros de aplicação de atividades para os problemas selecionados;
- Acompanhamento do uso do roteiro através de trabalhos escritos entregues pelos estudantes tomando como base as experiências virtuais propostas.
- Proposição, na avaliação escrita individual, de um problema relacionado ao conteúdo estudado.
- Atribuição e comparação de pontuação obtida pelos estudantes de cada grupo.

Os problemas selecionados envolvem encontrar as distribuições de cargas elétricas em circuitos de capacitores em associados em série, em paralelo e em associações série-paralelo (ou mistas), quando submetidos a uma diferença de voltagem elétrica, conforme os aspectos teóricos descritos no livro texto. Os problemas propostos aos estudantes foram simulados através do aplicativo *Circuit Construction Kit (AC+DC)* do pacote *Physics Education Technology (PhET)*.

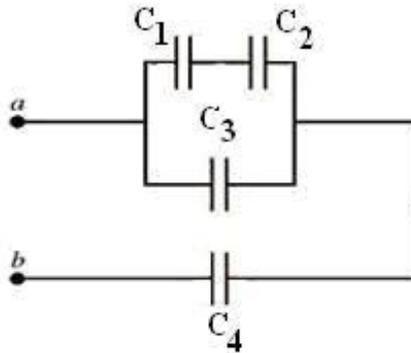
Recentemente o uso de simulações para o estudo de associações de capacitores submetido a tensões elétricas foi avaliada sob o ponto de vista da receptividade dos estudantes às experiências virtuais (WICHNOSKI & ZARA 2011). Os resultados obtidos neste estudo apontam que a iniciativa foi bem recebida pelos estudantes que se mostraram animados e motivados pelo uso de simulações computacionais como ferramenta auxiliar às aulas teóricas para o estudo de circuitos. Porém, o impacto do uso de experimentos virtuais no aprendizado não foi avaliado de forma quantitativa.

Assim, neste trabalho, admitindo que a receptividade dos estudantes ao uso dos simuladores sejam similares às relatadas (WICHNOSKI & ZARA 2011), é desenvolvida uma reflexão sobre do impacto do uso de tais ferramentas computacionais com base nas nas pontuações obtidas por cada grupo de estudantes.

Uma maneira simplificada de avaliar o impacto do uso do simulador é avaliar o rendimento de diferentes grupos, sujeitos às mesmas condições de ensino-aprendizagem exceto pelo uso do laboratório virtual. Para isto lançou-se mão das atividades desenvolvidas na disciplina de Física para o Curso de Ciência da Computação durante o ano de 2009. Esta turma teve aulas ministradas pelo mesmo professor que a turma 2011 sendo utilizado o mesmo livro texto porém, a turma de 2009, não teve atividades programadas com a utilização do simulador. Para comparação entre as turmas um exercício de circuito de capacitores associados em série-paralelo submetido a uma tensão elétrica utilizado na avaliação escrita da turma de 2009 foi repetido na avaliação escrita da turma de 2011 e desempenho dos estudantes foi comparado. O problema proposto aos estudantes é reproduzido abaixo.

Quadro I. Problema proposto os estudantes objeto de estudo.

Problema Proposto na Avaliação: Na figura abaixo, $C_1 = C_2 = 4,00 \mu\text{F}$; $C_3 = C_4 = 2,00 \mu\text{F}$ e $V_{ab} = 100,0 \text{ V}$. Calcule a) a carga em cada capacitor; b) a diferença de potencial através de cada capacitor; c) a energia armazenada em cada capacitor.



As pontuações alcançadas em cada grupo de estudantes na resolução do problema em questão foram elencadas e seus valores comparados. Na próxima seção os desempenhos são descritos e comparados. Uma reflexão sobre a eficácia do uso de simuladores virtuais é desenvolvida com base em hipóteses baseadas nos desempenhos relativos dos grupos.

3. Resultados e Discussão

A análise aqui apresentada refere-se a grupos de alunos da disciplina de Física ministrada em um Curso de Ciência da Computação. Para o ano de 2009 compareceram à avaliação 27 alunos enquanto ano de 2011 um total de 46 alunos estiveram presentes na avaliação escrita. A solução completa do problema em questão corresponde a 20 pontos na nota final da avaliação cujo valor máximo é 100. São admitidas pontuações parciais, igualmente distribuídas em cada item da questão e arredondadas, quando for o caso, para a primeira casa decimal.

Para a turma de 2009 a pontuação média atingida é de 11,3 pontos sendo que dos 27 avaliados 13 atingiram a pontuação máxima para a questão enquanto 7 não pontuaram (pontuaram 0). Estes números representam 48% de pontuação máxima e 26% de zero pontos para a questão apresentada. Já para a turma de 2011, com 46 estudantes comparecendo à avaliação, a nota média foi de 10,5 pontos. A pontuação máxima foi atingida por 20 estudantes enquanto 16 não pontuaram. Em termos percentuais, 43% dos estudantes atingiram pontuação máxima enquanto 35% não pontuaram. Em ambas as turmas pontuações parciais baixas são justificadas pela própria estrutura da questão apresentada: os itens (a) e (b) são intrinsecamente relacionados e devem ser resolvidos concomitantemente. Isto não é uma falha na elaboração da questão, mas decorre da natureza do problema físico.

Na comparação entre os percentuais de pontuação máxima existe uma pequena diferença, embora pequena, em favor da turma de 2009, que não usou recursos de simulação. Porém, chama à atenção a diferença entre os percentuais de pontuação zero. A turma de 2011, que usou recursos de simulação durante as aulas, que os tinha disponíveis para uso durante a resolução das listas de exercícios propostas pelo professor e que tiveram trabalhos extraclasse a serem entregues, elaborados obrigatoriamente com o uso do simulador, tem um percentual de pontuação zero consideravelmente maior do que o da turma de 2009. Este resultado aparentemente contraditório pode ser justificado pela forma como as simulações são conduzidas.

Ao resolver um problema usando o simulador o estudante monta o circuito no ambiente virtual e tem ferramentas de medidas ao seu dispor. Um circuito montado no ambiente de simulação possui o aspecto mostrado na Figura 1. Após implementar o circuito no simulador e ajustar os valores das propriedades físicas de cada um dos dispositivos (valores das capacitâncias para os capacitores e tensão elétrica para a bateria) o estudante aciona o circuito e, usando a ferramenta multímetro, mede os valores de tensão em cada um dos dispositivos, conforme ilustrado na Figura 1. Conhecendo os valores das tensões, os valores das cargas nas placas dos capacitores podem ser calculados diretamente, usando os valores das capacitâncias conhecidas (usando a expressão matemática para a definição de capacitância $C = \frac{Q}{V}$, onde C é o valor da capacitância e Q é a carga elétrica armazenada no capacitor quando suas placas são submetida a uma diferença de tensão elétrica V .) e a solução do problema torna-se

trivial. Assim, corre-se o risco de o estudante ser levado a encontrar a distribuição de cargas no sistema somente quando dispõe de informações sobre os valores de capacitância de voltagem sem relacionar o conteúdo teórico de que o conhecimento apenas dos valores das capacitâncias e da voltagem total aplicada são suficientes. O estudante pode usar a facilitação do trabalho no cálculo das distribuições de carga em detrimento do raciocínio físico sobre as propriedades das distribuições de carga e voltagem estudadas nas aulas teóricas. Assim, quando apresentado ao problema teórico o estudante pode apresentar dificuldades devido ao que julga constituir “falta de dados” suficientes para a solução do problema. O elevado percentual de pontuação zero para a turma de 2011 indica que os estudantes, quando confrontados com o problema teórico, não souberam lançar mão da aplicação das leis físicas básicas. Os estudantes da turma 2009 por sua vez, tiveram percentual de pontuação zero mais baixa pois não foram apresentadas a formas alternativas de solução e aplicação das leis física era a única forma possível de solução do problema. Mesmo não conseguindo resolver totalmente o problema, os estudantes tentaram aplicar o método teórico de solução, o que explica o índice de pontuação parcial em torno de 26%.

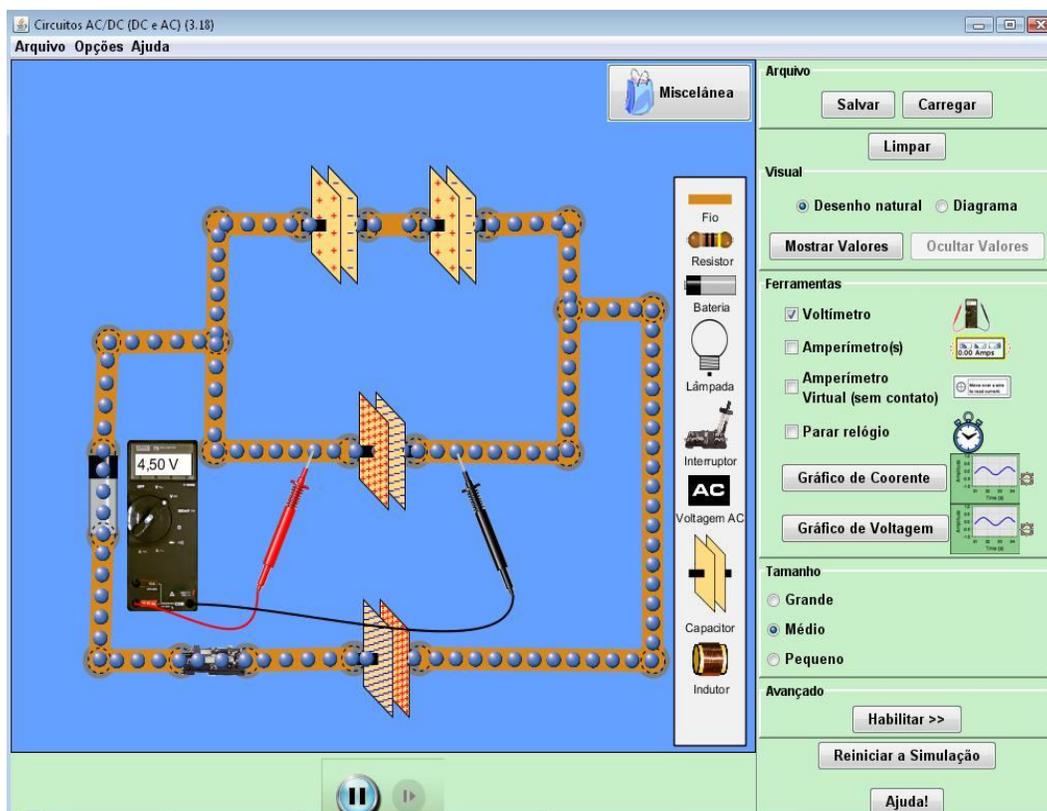


Figura 1. Aspecto do ambiente de simulação Circuit Construction Kit (AC+DC) do PhET para o circuito objeto de estudo.

Embora as reflexões acima pareçam desencorajar o uso da ferramenta computacional para o estudo de circuitos de capacitores as observações baseadas na experiência com apenas dois grupos não são suficientes para conclusões, mesmo porque os resultados podem ser fortemente dependentes da metodologia empregada. É possível que uma metodologia que enfatize o uso das experiências virtuais como auxiliar ao processo de aprendizagem dos métodos de análise de circuitos e não como uma ferramenta de solução produza resultados diferentes. A metodologia de uso de simulações adotada neste trabalho não teve sucesso em apresentar este aspecto das atividades e deverá ser aperfeiçoada para aplicação em novas turmas uma vez que os estudantes apresentam grande motivação para o uso do computador durante as atividades letivas.

4. Conclusões

Este artigo apresenta algumas reflexões baseadas na experiência com o uso de simuladores para o ensino associações de capacitores. O estudo foi desenvolvido com dois grupos de estudantes aos alunos da disciplina de Física do Curso de Ciência da Computação da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, Campus de Cascavel. O desempenho dos grupos de estudantes frente à resolução de problemas de análise de circuitos foi acompanhado: um grupo desenvolveu seus estudos fazendo uso de simuladores para execução experiências virtuais enquanto outro grupo concentrou-se nos métodos tradicionais de análise de circuitos, efetuados de forma teórica. Os resultados indicam o grupo de alunos que não utilizou as experiências virtuais teve desempenho levemente superior. Este resultado, de certa forma surpreendente, pode ser justificado pela postura do estudante frente ao problema proposto, os quais encararam a simulação como um método de solução ao invés de uma ferramenta auxiliar à aprendizagem. Esta postura pode ser decorrente da metodologia adotada pelo docente para o desenvolvimento das atividades. Desta forma, outras metodologias devem ser adotadas e aperfeiçoadas permitindo a extensão da iniciativa do uso de experiências virtuais a outras disciplinas de Física de outros cursos de graduação de forma a obter melhor avaliação do impacto que a adoção desta ferramenta de suporte ao ensino sobre a aprendizagem.

Referências

[1] BRASIL, PCN + ENSINO MÉDIO. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. MEC – SEMTEC, Brasília, 2002.

- [2] MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. “Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física”. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 2, 2002.
- [3] WIEMAN C. E.; ADAMS W.K.; PERKINS K.K. “PhET: Simulations That Enhance Learning”, Science, v.322, p683, 2008.
- [4] FINKELSTEIN N. D.; ADAMS W. K.; KELLER C. J.; KOHL P. B.; PERKINS K. K.; PODOLEFSKY N. S.; REID S; LEMASTER R. “When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment”, Phys. Rev. Special Topics - Physics Education Research 1, 010103, 2005.
- [5] PERRENOUD P. Dez novas competências para ensinar. 1. ed. Artmed. Porto Alegre: 2000
- [5] PhET - Physics Educational Technology <http://phet.colorado.edu>. Consultado em 26 de agosto de 2011.
- [6] YOUNG, H. D; FREEDMAN, R. A. Física III, IV – Sears e Zemansky, 12ª edição. São Paulo: Addison Wesley, 2003.
- [7] CAPUANO, F.G.; MARINO, M.A.M. Laboratório de eletricidade e Eletrônica, Ed. Érica, 22ª edição. São Paulo, 2002.
- [8] WICHNOSKI, P.; ZARA, R.A. Avaliação do uso de simuladores no ensino de Circuitos de Capacitores. In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2011, Manaus. Anais do XIX SNEF, 2011. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xix/sys/resumos/T0399-1.pdf>. Consultado em 26 de agosto de 2011.