

Utilizando um *Software* de Simulação Elétrica para a Compreensão de Grandezas Elétricas em Circuitos Resistivos

André Schwantes* e Francisco Catelli†

Resumo

Este trabalho relata o desenvolvimento e aplicação de uma oficina apresentada para professores de Física do Ensino Médio com o intuito de se empregar o uso de um *software* de simulação elétrica para o ensino dos conceitos básicos de circuitos elétricos resistivos. A oficina foi elaborada visando à utilização dos pressupostos e estratégias de aprendizagem ativa e levando-se em consideração os conceitos da teoria aprendizagem significativa de David Ausubel. As atividades foram desenvolvidas de maneira prática, utilizando o *software* de simulação elétrica para ilustrar um cenário em que os alunos são motivados a se engajarem mais ativamente em seu aprendizado. Como resultado desta oficina se evidencia um aumento na importância da utilização de novas tecnologias em sala de aula quando utilizadas de acordo com metodologias de ensino-aprendizagem que promovam uma participação mais ativa dos alunos.

Palavras-chave

aprendizagem ativa, aprendizagem por questionamentos, aprendizagem significativa, eletricidade, simulação elétrica

Using Electrical Simulation Software to Understand Electrical Quantities in Resistive Circuits

Abstract

This paper describes the development and application of a workshop presented for high school physics teachers, in order to apply the use of electrical simulation software for teaching the basics of resistive circuits. The workshop was developed aiming at the use of active learning strategies and the concepts of David Ausubel's Meaningful Learning theory. These activities workshops were developed in a practical way, using the electrical simulation software to illustrate a scenario where students are encouraged to engage more actively in their learning. As a result of this workshop, an increase in the importance of the use of new technologies in the classroom was evidenced when used in accordance with the teaching-learning methodologies that promote a more active participation of students.

Keywords

active learning, inquiry-based learning, meaningful learning, electricity, electrical simulation

INTRODUÇÃO

De acordo com fundamentos das estratégias de aprendizagem ativa, cada aluno, por meio de interações com colegas, pessoas de seu ambiente de convivência, com o meio e objetos, constrói seus conhecimentos de acordo com suas capacidades e interesses [1]. Na aplicação das estratégias de aprendizagem ativa, parte-se da premissa de

conduzir a ação pedagógica a partir do paradigma que o aluno é capaz de dar significado às coisas e que de que é o construtor ativo de seu conhecimento.

Quando um professor se coloca na posição de mediador, provedor de experiências e criador de ferramentas que permitam ao aluno utilizar seus conhecimentos prévios na resolução de novas situações, o aluno tende a se tornar engajado como o principal agente de seu aprendizado [2]. As novas descobertas do aluno dão mais significado ao seu

* Instituto SENAI de Tecnologia Mecatrônica - Caxias do Sul, RS

† Centro de ciências Exatas e da Tecnologia – Universidade de Caxias do Sul
E-mails: andre.schwantes@gmail.com, fcatelli@ucs.br

conhecimento. Sendo assim, as estratégias de aprendizagem ativa promovem um maior sentido ao conhecimento do que quando esse é transmitido de forma passiva; isto é, presumindo que os alunos são “receptores vazios” e que aprendem melhor apenas ouvindo. Conforme é apresentado em [2] e [3], há fortes evidências que os métodos de aprendizagem ativa melhoram a capacidade de raciocínio e escrita do aluno, interação com seus pares, a disposição e a confiança de fazer perguntas em sala de aula.

Dentre as diversas estratégias de aprendizagem ativa, a Aprendizagem por Questionamentos (*Inquiry-Based Learning*) [4] foi a estratégia escolhida para ser utilizada como condutora das atividades da oficina. A Aprendizagem em Questionamentos consiste em fazer perguntas que:

- interessem, engajem e desafiem o aluno;
- permitam acessar o conhecimento prévio do aluno;
- valorizem o conhecimento prévio do aluno;
- permitam o aluno se focar nos conceitos mais importantes e estruturantes;
- permitam o aluno expandir o raciocínio do factual para o analítico;
- permitam que o aluno raciocine, resolva problemas e formule hipóteses e as discuta com seus pares;
- instiguem o aluno a pensar da maneira que ele está aprendendo.

A Aprendizagem por Questionamentos, como uma estratégia de aprendizagem ativa, incentiva o aluno a refletir sobre o fenômeno observado e também expressar seu raciocínio em sala de aula sem medo de cometer erros [4]. Desta forma, há a valorização dos conhecimentos prévios e concepções alternativas do aluno que se constituem em seus recursos iniciais de observação dos fenômenos a que ele está sendo exposto.

Por sua vez, a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel [5] propõe que os conhecimentos já fixados na estrutura cognitiva dos alunos sejam valorizados e reutilizados. À medida que o novo conteúdo se incorpora na estrutura do conhecimento prévio, ele adquire significado quando consegue se relacionar com o conteúdo previamente fixado. Se o novo conteúdo não tiver relação com o conhecimento previamente incorporado na estrutura cognitiva do aluno, a aprendizagem passa ser repetitiva e mecânica.

Sendo assim, a Aprendizagem Significativa se dá quando ideias expressas simbolicamente se relacionam de forma substantiva e não arbitrária, interagindo com algum conhecimento presente na estrutura cognitiva do aprendiz.

No processo de aprendizagem, a nova informação interage com o conhecimento previamente presente na estrutura cognitiva do aluno, o que é chamado de conhecimento subsunçor. À medida que novos conhecimentos vão se relacionando com os conhecimentos subsunçores, eles próprios vão se modificando e adquirindo novos significados; ou seja, a Aprendizagem Significativa é um processo dinâmico e interativo.

Para Ausubel, o conhecimento prévio constitui a variável mais importante para a aprendizagem significativa de novos conhecimentos. Os conhecimentos subsunçores já presentes

na estrutura cognitiva do aluno constituem-se no fator que mais influencia nas novas aprendizagens.

Porém, para que haja aprendizagem significativa é necessário que dois fatores estejam presentes:

- O material utilizado deve possuir potencial de ser significativo - deve possuir lógica de acordo com a natureza do conteúdo e significado psicológico para poder se adequar com a experiência prévia que cada indivíduo tem, sendo que cada aprendiz extrai do material o que tem significado para si próprio.
- O aluno deve ter disposição para aprender - o aluno deve possuir uma predisposição a relacionar os novos conhecimentos aos da sua estrutura cognitiva de forma a dar significado a esses conhecimentos, sem querer apenas decorar o novo conteúdo.

O ambiente didático ideal para o aprendizado experimental de Eletricidade é um laboratório equipado com fontes de tensão reguláveis, resistores, matrizes de contatos e instrumentos de medição elétrica. Sabendo que estes recursos não são comumente disponíveis em todas as escolas de Nível Médio do nosso país, com esta oficina, propõe-se a utilização de um *software* de simulação elétrica para o aprendizado de Eletricidade.

O emprego de um *software* de simulação elétrica permite a observação e análise de comportamentos e fenômenos em circuitos elétricos. As mudanças nos parâmetros da simulação permitem que se crie um ambiente onde hipóteses podem ser testadas e o aluno pode imediatamente identificar suas concepções alternativas e aprimorá-las.

Diversos projetos educacionais têm analisado e identificado os benefícios e o impacto de novas tecnologias na educação, no entanto, afirmam que o sucesso da aplicação destas novas tecnologias depende do perfil do aluno e, principalmente, do perfil e formação do professor [6].

Com esta oficina, pretende-se demonstrar os recursos básicos de um *software* de simulação elétrica para professores de Ensino Médio e propor sua utilização como ferramenta de aprendizagem ativa e significativa.

MATERIAL E MÉTODOS

A oficina foi planejada e concebida para professores de Física do Ensino Médio para ser realizada em laboratórios de informática com acesso à Internet. O *software* de simulação elétrica escolhido foi o CircuitLab [7] que é executado *online* em qualquer navegador atualizado. O CircuitLab (Figura 1) pode apresentar restrição de tempo de uso, porém são disponibilizadas licenças gratuitas para instituições de ensino.

As atividades desenvolvidas visam familiarizar os professores de Ensino Médio com o emprego da estratégia de aprendizagem ativa escolhida, a Aprendizagem por Questionamentos e também a utilização do *software* de simulação elétrica.

As atividades da oficina foram desenvolvidas com os professores de Ensino Médio e foram conduzidas prevendo-se uma futura aplicação pelos mesmos para o público-alvo, os alunos do 3º ano do Ensino Médio. Estes alunos devem possuir conhecimentos das grandezas: tensão elétrica,

corrente elétrica, resistência elétrica e sobre a utilização dos instrumentos de medição elétrica, porém, é necessário pouco (ou mesmo nenhum) conhecimento em aplicar estas grandezas em circuitos resistivos série e paralelo.

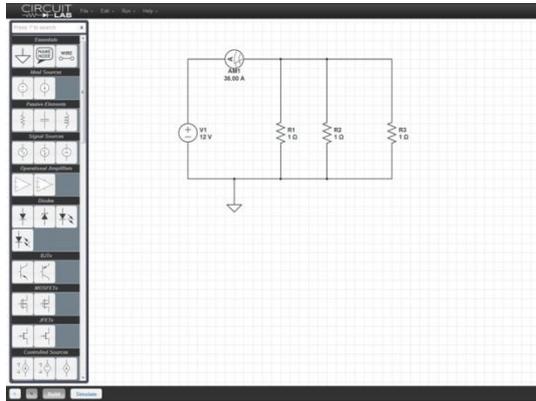


Fig. 1. Ambiente de Simulação do CircuitLab

Em um primeiro momento da oficina, explicou-se aos professores de Ensino Médio os fundamentos da Aprendizagem por Questionamentos e ressaltada a importância da intencionalidade das perguntas a serem feitas aos alunos. Também foi destacado que um simulador elétrico é um recurso valioso que permite um número muito grande de explorações que poderão ajudar o aluno a fazer suas próprias descobertas em Eletricidade, não se necessitando, para este fim, de um laboratório equipado. Uma vantagem adicional digna de nota é a de que o estudante, ao usar tais simulações, não se coloca em risco, nem submete a dano potencial o equipamento empregado. Um possível uso futuro de equipamentos similares, “reais”, será por certo mais seguro.

O passo seguinte foi uma explanação para os professores de Ensino Médio dos recursos do CircuitLab necessários para a simulação de circuitos resistivos: como introduzir os dispositivos elétricos (resistores e fontes de tensão contínua) e como conectar instrumentos de medição elétrica (voltímetros e amperímetros) no esquemático do circuito a ser simulado.

A atividade de formulação de questionamentos e simulação foi dividida em duas partes: a primeira tratou dos circuitos resistivos série e a segunda, dos circuitos resistivos em paralelo.

Parte 1: Circuitos Série

A primeira sequência de questionamentos a ser feita aos alunos foi proposta aos professores de Ensino Médio nos termos explicitados a seguir. Os questionamentos foram fornecidos por escrito juntamente com a representação dos circuitos 11, 12 e 13 (Figura 2). Enfatizou-se que os alunos, em pequenos grupos, primeiramente, devem tentar resolver os questionamentos a partir de seus conhecimentos prévios, sem nenhuma intervenção por parte do professor na formulação das hipóteses. Porém, o professor deve auxiliar, sempre que julgar oportuno, de forma que os pequenos grupos possam formular hipóteses claras. Os questionamentos são:

- Como varia o valor da corrente elétrica da fonte de tensão quando aumentamos o número de resistores na associação em série?
- Como varia com o valor da tensão elétrica em cada

resistor da associação série, na medida em que vai se ligando mais resistores a circuito?

- Como varia a resistência elétrica equivalente do circuito, a medida que vai se acrescentando resistências elétricas ao circuito?
- Ao se acrescentar mais resistores em série no circuito, como variou a potência elétrica fornecida pela fonte de tensão ao circuito?

Após a discussão nos pequenos grupos, o professor deve recorrer à utilização do simulador elétrico para que os pequenos grupos possam testar suas hipóteses. O professor deve, a partir das hipóteses formuladas pelos alunos, mostrar os pontos falhos das mesmas (caso ocorram) e apresentar a teoria oficialmente aceita que explica satisfatoriamente o comportamento do circuito.

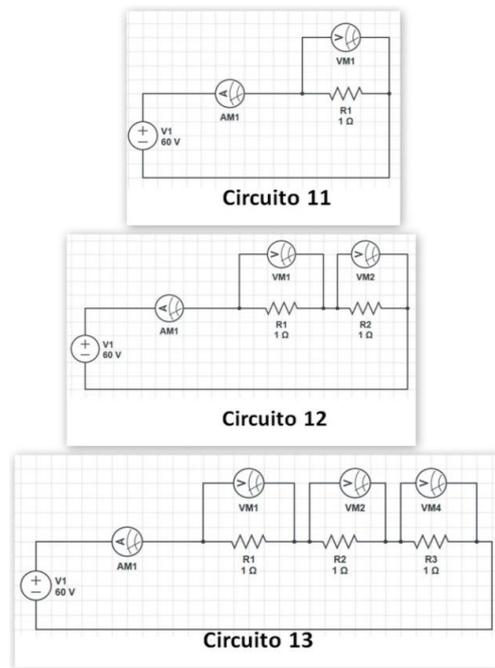


Fig. 2. Circuitos Elétricos 11, 12 e 13

Os dados obtidos na simulação elétrica devem ser registrados e organizados conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados Circuitos Série

Circuito_11	Circuito_12	Circuito_13
$V_{R1} =$	$V_{R1} =$	$V_{R1} =$
$I_{R1} =$	$I_{R1} =$	$I_{R1} =$
	$V_{R2} =$	$V_{R2} =$
	$I_{R2} =$	$I_{R2} =$
		$V_{R3} =$
		$I_{R3} =$
$R_{EQ} =$	$R_{EQ} =$	$R_{EQ} =$
$P_{V1} =$	$P_{V1} =$	$P_{V1} =$

A partir da Tabela 1, gráficos podem ser construídos da variação da corrente elétrica e da potência elétrica da fonte

tensão em função da resistência elétrica para auxiliar nas conclusões obtidas pela simulação.

Parte 2: Circuitos Paralelo

A segunda sequência de questionamentos foi apresentada aos professores de Ensino Médio por escrito juntamente com a representação dos circuitos 21, 22 e 23 (Figura 3). A sequência segue os mesmos passos apresentados na Parte 1:

- Como varia o valor da corrente elétrica na fonte de tensão quando aumentamos o número de resistores na associação em paralelo?
- Como varia a tensão elétrica em cada resistor da associação paralelo na medida em que vai se associando mais resistores ao circuito?
- O que acontece com o valor de corrente elétrica em cada resistor do circuito na medida em que vai se ligando mais resistores em paralelo no circuito?
- Como varia a resistência elétrica equivalente do circuito, a medida que vai se acrescentando resistências elétricas ao circuito?

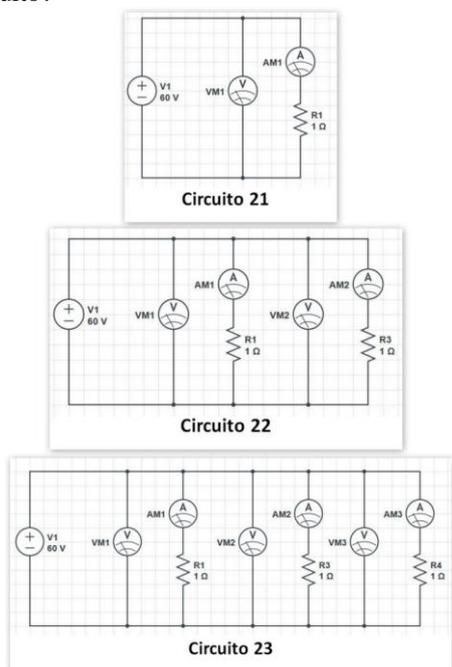


Fig. 3. Circuitos Elétricos 21, 22 e 23

Novamente, os resultados da simulação dos circuitos paralelo devem ser organizados conforme a Tabela 2. Novos gráficos podem ser construídos para mostrar a variação da potência elétrica com a variação da resistência equivalente do circuito e a invariabilidade dos valores de tensão e corrente elétrica em cada resistor, com a adição de novos resistores na associação em paralelo.

Como o *software* de simulação elétrica consiste em uma ferramenta que possibilita inúmeras variações das experiências, com fácil acréscimo de novos dispositivos e mudanças de valores, recomenda-se a utilização de *softwares* de planilhas eletrônicas para a geração dos gráficos. Um recurso a ser explorado neste tipo de *software* é a geração de gráficos dinâmicos que se atualizam conforme os valores na tabela vão sendo modificados. Esta funcionalidade permite rapidamente a observação de novos resultados obtidos a partir de novas simulações.

Tabela 2- Resultados Circuitos Paralelo

Circuito_21	Circuito_22	Circuito_23
$V_{R1} =$	$V_{R1} =$	$V_{R1} =$
$I_{R1} =$	$I_{R1} =$	$I_{R1} =$
	$V_{R2} =$	$V_{R2} =$
	$I_{R2} =$	$I_{R2} =$
		$V_{R3} =$
		$I_{R3} =$
$R_{EQ} =$	$R_{EQ} =$	$R_{EQ} =$
$P_{V1} =$	$P_{V1} =$	$P_{V1} =$

ANÁLISE E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em um questionário aplicado após a realização da oficina com os professores de Ensino Médio, ficou evidente aos participantes que a Aprendizagem por Questionamentos foi percebida como uma estratégia que traz mais dinamismo para a sala de aula ao aumentar a parcela de responsabilidade de aprender ao aluno, tirando-o de uma posição predominantemente passiva. Também ficou evidente a necessidade de planejamento para aplicação deste tipo de estratégia e que a qualidade da atividade depende muito dos questionamentos a serem feitos ao aluno. O questionário também demonstrou que a oficina motivou os participantes a empregar a Aprendizagem por Questionamentos e despertou o interesse em conhecer mais estratégias de aprendizagem ativa.

O questionário constatou que os professores se interessaram na aplicação do *software* de simulação elétrica e que este recurso seria de fácil implementação em suas instituições de atuação. Ocorreram manifestações dos professores que poderia existir resistência dos alunos pelo fato de o *software* ser disponibilizado apenas em língua inglesa. Também foi manifestado, que neste caso, abre-se uma oportunidade de atividade interdisciplinar para endereçar esta questão.

Com as atividades propostas e desenvolvidas com professores de Ensino Médio procurou-se demonstrar uma das estratégias de aprendizagem ativa, a Aprendizagem por Questionamentos e sua utilização no ensino dos fundamentos de análise de circuitos resistivos. A primeira série de questionamentos se constituiu em alterações de parâmetros e inserção de resistores em um circuito série onde se criou a oportunidade de serem observadas as variações dos valores das grandezas elétricas envolvidas. A segunda série repetiu a metodologia, porém, desta vez para circuitos resistivos com associação de resistores em paralelo.

Por intermédio das atividades propostas, procurou-se expor que a Aprendizagem por Questionamentos tem a capacidade de motivar e engajar o aluno a fazer suas próprias descobertas, fazendo com que o aluno reflita sobre sua própria aprendizagem e tornando-o mais responsável pela mesma. Sendo assim, modificando atitudes, posturas e

modo de agir do aluno. Capacidades de reflexão crítica, compreensão conceitual e interação em grupos são alguns dos potenciais resultados advindos da aplicação de estratégias de aprendizagem ativa.

O uso de novas tecnologias, no caso o *software* de simulação elétrica, pode suprir lacunas de recursos e materiais presentes nas instituições de Ensino Médio. Porém, a utilização de novas tecnologias não tem o poder, por si só, do desenvolvimento de habilidades e competências pretendidas. O docente é o responsável pela adoção de estratégias de ensino-aprendizagem que dão sentido à utilização de novas tecnologias. Sendo assim, o conhecimento da utilização adequada de novas tecnologias é fundamental para o professor, o que impacta profundamente no planejamento de suas atividades de docência.

BIBLIOGRAFIA

- [1] S. A. Freed, *Incentivando Aprendizagem Ativa*. Revista de Educação Adventista, v.6, 6-10, 1997.
- [2] M. Prince, *Does Active Learning Work? A Review of the Research*. J. Engr. Education, v93(3), 2004.
- [3] V. Villas-Boas, O. Balen, H. Libardi, V. L. F. Mossmann, *Introducing Active Learning Activities in an Introductory Physics Course at the Universidade de Caxias do Sul*. In: E. Graaf; G. N. Saunders-Smits; M. R. Nieweg. (Org.). *Research and Practice of Active Learning in Engineering Education*; Amsterdam: Amsterdam University Press, p. 101-106, 2005.
- [4] P. Swam, *Asking Questions that Encourage Inquiry-Based Learning*. The PRIMAS Project, University of Nottingham; 2010.
- [5] D. P. Ausubel, *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva*. Lisboa; Plátano Edições Técnicas, 2003.
- [6] J. Schacter, *The Impact of Education Technology on Student Achievement*. Milken Exchange on Education Technology; Califórnia; 1999.
- [7] CircuitLab. *software simulação elétrica*. disponível em <http://www.circuitlab.com>; acessado em 1º de Agosto de 2015.